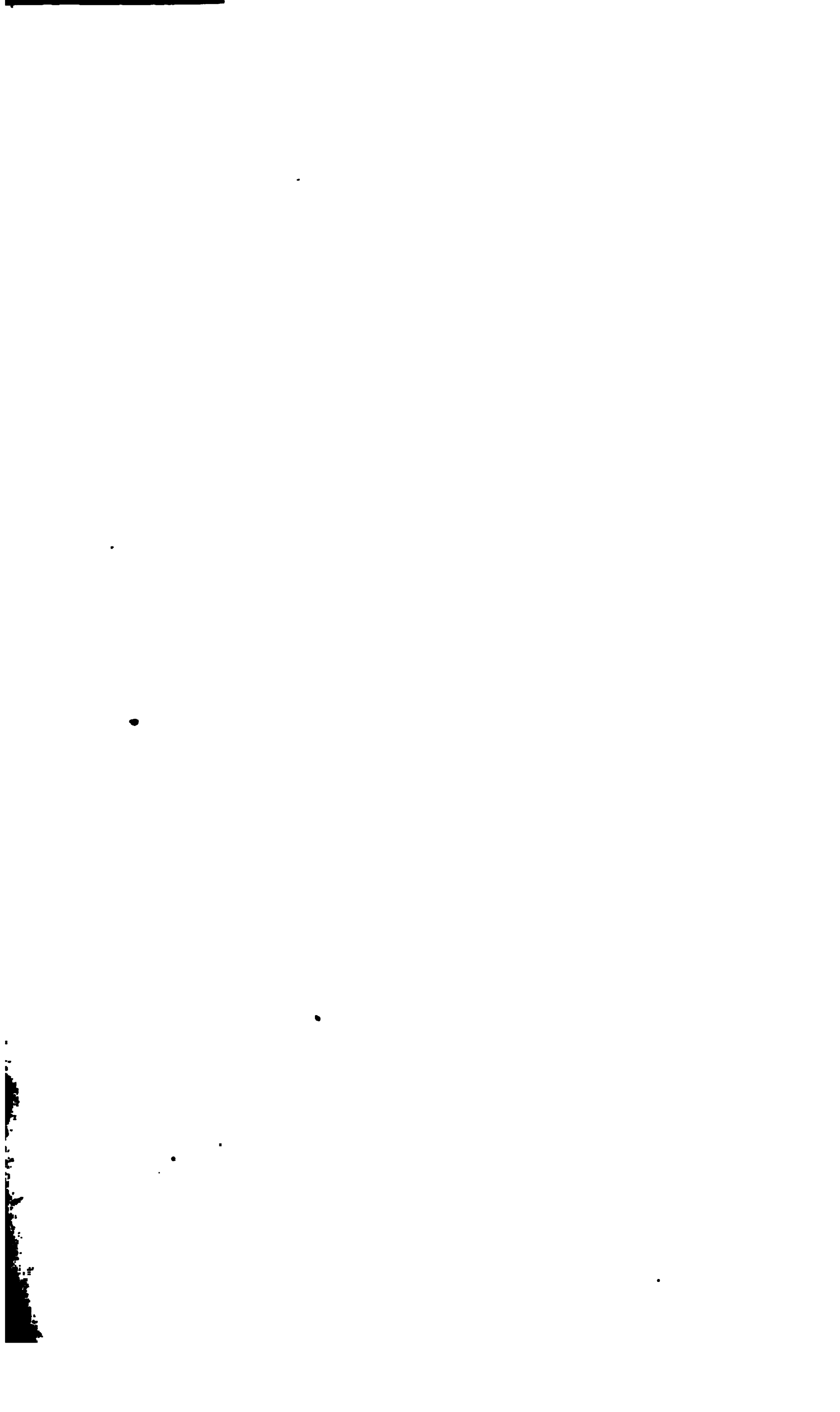

HUMBOLDT'S
JUBILÄUM
AM
14 SEPTEMBER
1869.





·freien oder ringförmig verwachsenen Zähne der Saamenkapsel untersucht; aber das
sen und Auffinden numerischer Verhältnisse, die sorgfältigste Beobachtung des Einz
bereitet zu der höheren Kenntniß des Naturganzen und der Weltgesetze vor. Dem Ph
welcher (wie Thomas Young, Arago und Fresnel) die ungleich langen Ströme der
Interferenz sich vernichtenden oder verstärkenden Lichtwellen mißt; dem Astronomen
mittelst der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre nach den Monden des Uranu
äußersten Rande unsers Sonnensystems forscht, oder (wie Herschel, South und St
aufglimmende Lichtpunkte in farbige Doppelsterne zerlegt; dem eingeweihten Bli
Botanikers, welcher die Chara-artig kreisende Bewegung der Saftkügelchen in fast
vegetabilischen Zellen, die Einheit der Gestaltung, das ist die Verkettung der Form
Geschlechtern und **natürlichen Familien**, erkennt; gewähren die Himmelsr
wie die blüthenreiche Pflanzendecke der Erde, gewiß einen großartigern Anblick, als
Beobachter, dessen Natursinn noch nicht durch die Einsicht in den Zusammenhang de
scheinungen geschärft ist. Wir können daher dem geistreichen Burke nicht beipfli
wenn er behauptet, daß „aus der Unwissenheit von den Dingen der Natur allein di
wunderung und das Gefühl des Erhabenen entstehe."

Während die gemeine Sinnlichkeit die leuchtenden Gestirne an ein krystallnes Him
gewölbe heftet, erweitert der Astronom die räumliche Ferne; er begrenzt unsere W
gruppe, nur um jenseits andere und andere ungezählte Gruppen (eine aufglim
Inselflur) zu zeigen. Das Gefühl des Erhabnen, in so fern es aus der einfachen N
anschauung der Ausdehnung zu entspringen scheint, ist der feierlichen Stimmun
Gemüths verwandt, die dem Ausdruck des Unendlichen und Freien in den Sphären i
Subjectivität, in dem Bereich des Geistigen angehört. Auf dieser Verwandtschaft,
Bezüglichkeit der sinnlichen Eindrücke beruht der Zauber des **Unbegränzten**,
auf dem Ocean und im Luftmeere, wo dieses eine isolirte Bergspitze umgiebt, sei
Weltraume, in den die Nebel-auflösende Kraft großer Fernröhre unsere Einbildung
tief und ahnungsvoll versenkt.

Einseitige Behandlung der physikalischen Wissenschaften, endloses Anhäufen roher
terialien konnten freilich zu dem nun fast verjährten Vorurtheile beitragen, als n
nothwendig wissenschaftliche Erkenntniß das Gefühl erkälten, die schaffende Bildkra
Phantasie ertödten und so den Naturgenuß stören. Wer in der bewegten Zeit, in de
leben, noch dieses Vorurtheil nährt, der verkennt, bei dem allgemeinen Fortschreiten me
licher Bildung, die Freuden einer höheren Intelligenz, einer Geistesrichtung, welche M
nigfaltigkeit in Einheit auflöst und vorzugsweise bei dem Allgemeinen und Höheren
weilt. Um dies Höhere zu genießen, müssen in dem mühsam durchforschten Felde spe
Naturformen und Naturerscheinungen die Einzelheiten zurückgedrängt und von dem
der ihre Wichtigkeit erkannt hat und den sie zu größeren Ansichten geleitet, sorgfälti
hüllt werden.

Zu den Besorgnissen über den Verlust eines freien Naturgenusses unter dem Ei
denkender Betrachtung oder wissenschaftlicher Erkenntniß gesellen sich auch die, welch
dem, nicht Allen erreichbaren Maaße dieser Erkenntniß oder dem Umfange derselbe
schöpft werden. In dem wundervollen Gewebe des Organismus, in dem ewigen Tr
und Wirken der lebendigen Kräfte führt allerdings jedes tiefere Forschen an den Ein
neuer Labyrinthe. Aber gerade diese Mannigfaltigkeit unbetretener, vielverschlun
Wege erregt auf allen Stufen des Wissens freudiges Erstaunen. Jedes Naturgesetz
sich dem Beobachter offenbart, läßt auf ein höheres, noch unerkanntes schließen; den
Natur ist, wie Carus*) trefflich sagt, und wie das Wort selbst dem Römer und dem
chen andeutete, „das ewig Wachsende, ewig im Bilden und Entfalten Begriffene."

*) Carus, von den Urtheilen des Knochen- und Schalen-Gerüstes 1828. § 6.

Kreis der organischen Typen erweitert sich, jemehr die Erdräume auf Land- r
eisen durchsucht, die lebendigen Organismen mit den abgestorbenen verglichen, di
skope vervollkommnet und verbreitet werden. In der Mannigfaltigkeit und im pe
Wechsel der Lebensgebilde erneuert sich unablässig das Urgeheimniß aller Gestal
sollte sagen, das von Goethe so glücklich behandelte Problem der Metamorphose,
sung, die dem Bedürfniß nach einem idealen Zurückführen der Formen au
Grundtypen entspricht. Mit wachsender Einsicht vermehrt sich das Gefühl von t
meßlichkeit des Naturlebens; man erkennt, daß auf der Feste, in der Lufthülle, w
Feste umgiebt, in den Tiefen des Oceans, wie in den Tiefen des Himmels, den
wissenschaftlichen Eroberer*), auch nach Jahrtausenden, nicht „der Weltraum fehle

Allgemeine Ansichten des Geschaffenen (sei es der Materie, zu fernen Himme
geballt, sei es der uns nahen tellurischen Erscheinungen) sind nicht allein anziehe
erhebender, als die speciellen Studien, welche abgesonderte Theile des Naturwissen
sen; sie empfehlen sich auch vorzugsweise denen, die wenig Muße auf Beschäftigung
Art verwenden können. Die naturbeschreibenden Disciplinen sind meist nur fü
Lagen geeignet; sie gewähren nicht dieselbe Freude zu jeder Jahreszeit, in jedem L
wir bewohnen. Der unmittelbaren Anschauung der Naturkörper, die sie erheische
wir in unserer nördlichen Zone oft lange entbehren; und ist unser Interesse auf
stimmte Classe von Gegenständen beschränkt, so gewähren uns selbst die trefflichsten
reisender Naturforscher keinen Genuß, wenn darin gerade solche Gegenstände u
bleiben, auf welche unsere Studien gerichtet sind.

Wie die Weltgeschichte, wo es ihr gelingt, den wahren ursachlichen Zusam
der Begebenheiten darzustellen, viele Räthsel in den Schicksalen der Völker und i
tellectuellen, bald gehemmten, bald beschleunigten Fortschreiten löset; so würde
physische Weltbeschreibung, geistreich und mit gründlicher Kenntniß de
Entdeckten aufgefaßt, einen Theil der Widersprüche heben, welche die streitenden Na
in ihrer zusammengesetzten Wirkung dem ersten Anschauen darbieten. Generelle
erhöhen den Begriff von der Würde und der Größe der Natur; sie wirken läute
beruhigend auf den Geist, weil sie gleichsam den Zwiespalt der Elemente durch Au
von Gesetzen zu schlichten streben, von Gesetzen, die in dem zarten Gewebe irdische
wie in dem Archipel dichtgedrängter Nebelflecke und in der schauderhaften Leere wel
Wüsten walten. Generelle Ansichten gewöhnen uns, jeden Organismus als
Ganzen zu betrachten, in der Pflanze und im Thier minder das Individuum oder
schlossene Art, als die mit der Gesammtheit der Bildungen verkettete Naturform zu e
sie erweitern unsere geistige Existenz und setzen uns, auch wenn wir in ländlich
schiedenheit leben, in Berührung mit dem ganzen Erdkreise. Durch sie erhält die K
dem, was durch Seefahrten nach dem fernen Pole oder auf den neuerlichst fast un
Breiten errichteten Stationen über das gleichzeitige Eintreten magnetischer U
ter erforscht wird, einen unwiderstehlichen Reiz; ja wir erlangen ein Mittel, sc
Zusammenhang zu errathen, in dem die Resultate neuer Beobachtungen mit den f
kannten Erscheinungen stehen.

Wer kann, um eines Gegenstandes im Weltraume zu erwähnen, der in den le
senen Jahren die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog, wer kann ohne generell
niß von dem gewöhnlichen Cometenlaufe einsehen, wie folgenreich Encke's Entdec
nach der ein Comet, welcher in seiner elliptischen Bahn nie aus unserem Planet
heraustritt, die Existenz eines seine Wurfkraft hemmenden Fluidums offenbart?
sich schnell verbreitenden Halbcultur, welche wissenschaftliche Resultate in das Gebie
selligen Unterhaltung, aber entstellt hinüberzieht, nimmt die alte Besorgniß über ei

*) Plut. in vita Alex. Magni, cap. 7.

dem humoristischen Ausruf verleitet: „die Deutschen besi
unzugänglich zu machen.“ Bleibt das Gerüste stehen, so
blick des Gebäudes entzogen. Wer kann zweifeln, daß d
lung der Continental-Massen, welche gegen Süden hin
indem sie sich gegen Norden in der Breite ausdehnen (ei
der Klimate, die vorherrschende Richtung der Luftströme,
Pflanzenformen in die gemäßigte südliche Zone so wesent
kannt werden kann, ohne die geodätischen Messungen un
mungen der Küsten zu erläutern, durch welche jene Pyr
sionen bestimmt worden sind? Eben so lehrt uns die p
viel Meilen die Aequatorial-Achse unseres Planeten grö
die südliche Hemisphäre keine größere Abplattung als die
ist, speciell zu erzählen, wie durch Gradmessungen und P
der Erde, als eines nicht regelmäßigen, elliptischen Rev
und wie diese Gestalt in der Bewegung des Mondes, ein

Unsere Nachbarn jenseits des Rheins besitzen ein unst
wicklung des Weltsystems, in welchem die Resulta
astronomischen Untersuchungen verflossener Jahrhunderte,
der Beweise, vorgetragen werden. Der Bau des Himme
Lösung eines großen Problems der Mechanik. Und woh
Système du Monde, ihrer Form wegen, der Ungründlich
nung ungleichartiger Ansichten, des Allgemeinen von
Klarheit der Erkenntniß nützlich, sie giebt auch der Behan
erhabenen und ernsten Charakter. Wie von einem höh
auf einmal größere Massen. Wir ergötzen uns, geistig z
ten zu entgehen droht. Wenn die glückliche Ausbildun
der sich die letzten Decennien des verflossenen Jahrhunde
eignet ist, das Studium specieller Theile (der chemischen,
kenden Disciplinen) zu erweitern, so wird durch jene Au
der Vortrag allgemeiner Resultate abgekürzt und erleicht

Je tiefer man eindringt in das Wesen der Naturkräft
sammenhang von Phänomenen, die lange, vereinzelt un
Anreihung zu widerstreben schienen; desto mehr werden
Darstellung möglich. Es ist ein sicheres Criterium der
deckungen, die in einer Wissenschaft zu erwarten sind, wen
fast ohne Beziehung auf einander dastehen, ja wenn mehr
Sorgfalt beobachtete, sich zu widersprechen scheinen. Die
Zustand der Meteorologie, der neueren Optik und beso
raday's herrlichen Arbeiten, der Lehre von der Wärme
netismus. Der Kreis glänzender Entdeckungen ist hier
in der Voltaischen Säule schon ein bewundernswürdiger
magnetischen und chemischen Erscheinungen offenbart ha
nur die Zahl der lebendigen, im Weltall wirkenden Kräf

In meinen Betrachtungen über die wissenschaftliche Be
beschreibung ist nicht die Rede von Einheit durch Ableitu
gegebenen Grundprincipien. Was ich physische Weltbesc
(Erd- und Himmelskunde), macht daher keine Ansprüche
Wissenschaft der Natur; es ist die denkende Betrac
Erscheinungen, als eines Naturganzen. In dieser Beschr
der ganz *objectiven* Richtung meiner Sinnesart, in den

die meine lange wissenschaftliche Laufbahn ausschließlich erfüllt h
nicht auf ein Feld, das mir fremd ist und vielleicht von Andern erfo
Die Einheit, welche der Vortrag einer physischen Weltbeschreibung, i
grenze, erreichen kann, ist nur die, welcher sich geschichtliche Darstellun
Einzelheiten der Wirklichkeit, sei es in der Gestaltung oder Aneinan
gebilde, sei es in dem Kampfe des Menschen gegen die Naturmächte,
die Völker, alles, was dem Felde der Veränderlichkeit und realer Zuf
nicht aus Begriffen abgeleitet (construirt) werden. Weltbeschreibu
stehen daher auf derselben Stufe der Empirie; aber eine denkende B
sinnvolle Anordnung von Naturerscheinungen und von historischen
dringen tief mit dem Glauben an eine alte innere Nothwendigkeit,
stiger und materieller Kräfte, in sich ewig erneuernden, nur periodisc
engten Kreisen, beherrscht. Sie führen (und diese Nothwendigkeit ist
sie ist die Natur selbst in beiden Sphären ihres Seins, der materiel
zur Klarheit und Einfachheit der Ansichten, zu Auffindung von Ge
fahrungs-Wissenschaft als das letzte Ziel menschlicher Fors

Das Studium jeglicher neuen Wissenschaft, besonders einer sol
messenen Schöpfungskreise, den ganzen Weltraum umfaßt, gleich
Länder. Ehe man sie in Gemeinschaft unternimmt, fragt man, i
man mißt seine eigenen Kräfte, man blickt mißtrauisch auf die Kräf
der vielleicht ungerechten Besorgniß, sie möchten lästige Zögerung i
der wir leben, vermindert die Schwierigkeit des Unternehmens. Me
sich auf den glänzenden Zustand der Naturwissenschaften selbst, i
mehr die Fülle, sondern die Verkettung des Beobachteten ist. D
Resultate, die jedem gebildeten Verstande Interesse einflößen, h
des 18ten Jahrhunderts wundervoll vermehrt. Die Thatsachen st
da; die Klüfte zwischen den Wesen werden ausgefüllt. Was in ei
kreise, in unserer Nähe, dem forschenden Geiste lange unerklärlich
Beobachtungen aufgehellt, die auf einer Wanderung in die entleg
stellt worden sind. Pflanzen- und Thier-Gebilde, die lange isolirt
durch neu entdeckte Mittelglieder oder durch Uebergangsformen a
gemeine Verkettung, nicht in einfacher linearer Richtung, sondern in
nem Gewebe, nach höherer Ausbildung oder Verkümmerung gewis
seitigem Schwanken in der relativen Uebermacht der Theile, ste
forschenden Natursinn dar. Schichtungs-Verhältnisse von trachytart
von Grünstein und Serpentin, die im gold- und silberreichen Ung
Lande des Urals, oder tiefer in Asien, im südwestlichen Altai zweif
durch geognostische Beobachtungen in den Hochebenen von Mexico i
Flußthälern des Choco unerwartet aufgeklärt. Die Materialien,
Erdkunde anwendet, sind nicht zufällig aufgehäuft. Unser Zeita
Tendenz, die ihm seinen individuellen Charakter giebt, daß Thatsa
bringend werden, wenn der Reisende den dermaligen Zustand un
Wissenschaft kennt, deren Gebiet er erweitern will, wenn Ideen, da
Geist der Natur das Beobachten und Sammeln vernunftmäßig leit

Durch diese Richtung des Naturstudiums, durch diesen glückliche
leicht befriedigten Hang nach allgemeinen Resultaten kann ein b
Naturwissens das Gemeingut der gebildeten Menschheit werden, e
erzeugen, nach Inhalt und Form, nach Ernst und Würde des Vortra
schieden, das man bis zum Ende des letzten Jahrhunderts dem p
genügsam zu bestimmen pflegte. Wem daher seine Lage es erlaubt,

engen Schranken des bürgerlichen Lebens heraus zu retten, erröthend, „daß er
geblieben der Natur und stumpf über sie hingehe," der wird in der Abspiegelu
ßen und freien Naturlebens einen der edelsten Genüsse finden, welche erhöh
thätigkeit dem Menschen gewähren kann. Das Studium der allgemeinen Nat
gleichsam Organe in uns, die lange geschlummert haben. Wir treten in ein
Verkehr mit der Außenwelt, bleiben nicht untheilnehmend an dem, was gle
industrielle Fortschreiten und die intellectuelle Veredlung der Menschheit bezeic

Je klarer die Einsicht ist, welche wir in den Zusammenhang der Phänome
desto leichter machen wir uns auch von dem Irrthume frei, als wären für die
den Wohlstand der Völker nicht alle Zweige des Naturwissens gleich wichtig
messende und beschreibende Theil, oder die Untersuchung chemischer Bestandth
Ergründung allgemein verbreiteter physischer Kräfte der Materie. In der
einer anfangs isolirt stehenden Erscheinung liegt oft der Keim einer großen
Als Galvani die sensible Nervenfaser durch Berührung ungleichartiger M
konnten seine nächsten Zeitgenossen nicht hoffen, daß die Contact-Electricität
schen Säule uns in den Alkalien silber-glänzende, auf dem Wasser schwimm
entzündliche Metalle offenbaren, daß die Säule selbst das wichtigste Instrum
zerlegende Chemie, ein Thermoscop und ein Magnet werden würde. Als Hu
Lichterscheinungen des Doppelspaths zu enträthseln anfing, ahnete man nich
den bewunderungswürdigen Scharfsinn eines Physikers unserer Zeit*) farbig
tions-Phänomene dahin leiten würden, mittelst des kleinsten Fragments eine
zu erkennen, ob das Licht der Sonne aus einer festen Masse, oder aus einer g
Umhüllung ausströme, ob Cometen selbstleuchtend sind, oder fremdes Licht wie

Gleichmäßige Würdigung aller Theile des Naturstudiums ist aber vorzüg
dürfniß der gegenwärtigen Zeit, wo der materielle Reichthum und der wachs
stand der Nationen in einer sorgfältigeren Benutzung von Naturproducten
kräften gegründet sind. Der oberflächlichste Blick auf den Zustand des heutig
lehrt, daß bei ungleichem Weltkampfe oder dauernder Zögerung nothwendig p
minderung und endlich Vernichtung des National-Reichthums eintreten müss
dem Lebensgeschick der Staaten ist es, wie in der Natur, für die, nach dem
Ausspruche Goethe's†) „es im Bewegen und Werden kein Bleiben giebt un
Fluch gehängt hat an das Stillestehen." Nur ernste Belebung chemischer, ma
und naturhistorischer Studien wird einem von dieser Seite einbrechenden Uebel
Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte anei
er nicht die Naturgesetze, nach Maaß- und Zahl-Verhältnissen, kennt. Auch h
Macht in der volksthümlichen Intelligenz. Sie steigt und sinkt mit dieser.
Erkennen sind die Freude und die *Berechtigung* der Menschheit; sie sind
National-Reichthums, oft ein Ersatz für die Güter, welche die Natur in allzu
Maaße ausgetheilt hat. Diejenigen Völker, welche an der allgemeinen i
Thätigkeit, in Anwendung der Mechanik und technischen Chemie, in sorgfältig
und Bearbeitung natürlicher Stoffe zurückstehen, bei denen die Achtung ei
Thätigkeit nicht alle Classen durchdringt, werden unausbleiblich von ihrem
herabsinken. Sie werden es um so mehr, wenn benachbarte Staaten, in der
schaft und industrielle Künste in regem Wechselverkehr mit einander stehen, wie
ter Jugendkraft vorwärts schreiten.

Die Vorliebe für Belebung des Gewerbfleißes und für die Theile des N
welche unmittelbar darauf einwirken (ein charakteristisches Merkmal unseres

*) Entdeckungen Arago's vom Jahre 1811. (Delambre. Hist. de l'Astr. a. a. O. p. 652.)

†) Goethe, Aphoristisches über die N. B. L. S. 4.)

kann weder den Forschungen im Gebiete der Philosophie, der Alterthumskunde
Geschichte nachtheilig werden, noch den allbelebenden Hauch der Phantasie
Werken bildender Künste entziehen. Wo, unter dem Schutze weiser Gesetze
Institutionen, alle Blüthen der Cultur sich kräftig entfalten, da wird im friedlich
kampfe kein Bestreben des Geistes dem andern verderblich. Jedes bietet dem
gene, verschiedenartige Früchte dar: die nährenden, welche dem Menschen Unte
Wohlstand gewähren, und die Früchte schaffender Einbildungskraft, die, dauer
dieser Wohlstand selbst, die rühmliche Kunde der Völker bis auf die späteste Nac
gen. Die Spartiaten beteten, trotz der Strenge dorischer Sinnesart: „die Gö
ten ihnen das Schöne zu dem Guten verleihen."*)

Wie in jenen höheren Kreisen der Ideen und Gefühle, in dem Studium der
der Philosophie und der Wohlredenheit, so ist auch in allen Theilen des Naturw
erste und erhabenste Zweck geistiger Thätigkeit ein innerer, nämlich das Auff
Naturgesetzen, die Ergründung ordnungsmäßiger Gliederung in den Gebilden,
sicht in den nothwendigen Zusammenhang aller Veränderungen im Weltall.
diesem Wissen in das industrielle Leben der Völker überströmt und den Gewerbfle
entspringt aus der glücklichen Verkettung menschlicher Dinge, nach der das Wah
bene und Schöne mit dem Nützlichen, wie absichtslos, in ewige Wechselwirku
Vervollkommnung des Landbaus durch freie Hände und in Grundstücken von
Umfang, Aufblühen der Manufacturen, von einengendem Zunftzwange befreit
fältigung der Handelsverhältnisse, und ungehindertes Fortschreiten in der geistig
der Menschheit, wie in den bürgerlichen Einrichtungen, stehen (das ernste Bild
Weltgeschichte dringt diesen Glauben auch dem Widerstrebendsten auf) in geg
dauernd wirksamen Verkehr mit einander.

Ein solcher Einfluß des Naturwissens auf die Wohlfahrt der Nationen und
heutigen Zustand von Europa bedurfte hier nur einer flüchtigen Andeutung.
bahn, welche wir zu vollenden haben, ist so unermeßlich, daß es mir nicht geziem
von dem Hauptziele unseres Bestrebens, der Ansicht des Naturganzen, abschwei
Feld geflissentlich zu erweitern. An ferne Wanderungen gewöhnt, habe ich ohne
leicht den Mitreisenden den Weg gebahnter und anmuthiger geschildert, als ma
den wird. Das ist die Sitte derer, die gern Andere auf den Gipfel der Berg
Sie rühmen die Aussicht, wenn auch ganze Theile der Gegend in Nebel verhüll
Sie wissen, daß auch in dieser Verhüllung ein geheimnißvoller Zauber liegt,
duftige Ferne den Eindruck des Sinnlich-Unendlichen hervorruft, ein Bild, da
schon oben erinnert habe) im Geist und in den Gefühlen sich ernst und ahnung
gelt. Auch von dem hohen Standpunkte aus, auf den wir uns zu einer all
durch wissenschaftliche Erfahrungen begründeten Weltanschauung erheb
nicht allen Anforderungen genügt werden. In dem Naturwissen, dessen gege
Zustand ich hier entwickeln soll, liegt noch Manches unbegrenzt; vieles (wie sol
bei dem Umfange einer solchen Arbeit, nicht gern eingestehen?) wird nur daru
und unvollständig erscheinen, weil Befangenheit dem Redenden dann doppelt n
wird, wenn er sich des Gegenstandes in seiner Einzelnheit minder mächtig fühlt.

Der Zweck dieses einleitenden Vortrages war nicht sowohl, die Wichtigkeit de
wissens zu schildern, welche allgemein anerkannt ist und längst schon jedes Lobes
kann; es lag mir vielmehr ob, zu entwickeln wie, ohne den gründlichen Studium
Disciplinen zu schaden, den naturwissenschaftlichen Bestrebungen ein höherer St
angewiesen werden kann, von dem aus alle Gebilde und Kräfte sich als ein, du
Regung belebtes Naturganze offenbaren. Nicht ein todtes Aggregat ist die Nat

*) Pseudo-Plato, Alcib. II. p. 148 ed. Steph. Plut. Instituta laconica p. 253 ed. Hutte

„dem begeisterten Forscher (wie Schelling in der trefflichen Rede über die bildenden Künste sich ausdrückt) die heilige, ewig schaffende Urkraft der Welt, die alle Dinge aus sich selbst erzeugt und werkthätig hervorbringt." Der bisher so unbestimmt aufgefaßte Begriff einer physischen Erdbeschreibung geht durch erweiterte Betrachtung und das Umfassen alles Geschaffenen im Erd- und Himmelsraume in den Begriff einer physischen Weltbeschreibung über. Eine dieser Benennungen ist nach der andern gebildet. Es ist aber die Weltbeschreibung oder Lehre vom Kosmos, wie ich sie auffasse, nicht etwa ein encyclopädischer Inbegriff der allgemeinsten und wichtigsten Resultate, die man einzelnen naturhistorischen, physikalischen und astronomischen Schriften entlehnt. Solche Resultate werden in der Weltbeschreibung nur als Materialien und in so fern theilweise benutzt, als sie das Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, das sich gegenseitige Hervorrufen und Beschränken der Naturgebilde erläutern. Die räumliche und klimatische Verbreitung organischer Typen (Geographie der Pflanzen und Thiere) ist so verschieden von der beschreibenden Botanik und Zoologie, als die geognostische Kenntniß des Erdkörpers verschieden ist von der Oryktognosie. Eine physische Weltbeschreibung darf daher nicht mit der sogenannten Encyclopädie der Naturwissenschaften (ein weitschichtiger Name für eine schlecht umgrenzte Disciplin) verwechselt werden. In der Lehre vom Kosmos wird das Einzelne nur in seinem Verhältniß zum Ganzen, als Theil der Welterscheinungen betrachtet; und je erhabener der hier bezeichnete Standpunkt ist, desto mehr wird diese Lehre einer eigenthümlichen Behandlung und eines belebenden Vortrags fähig.

Gedanken und Sprache stehen aber in innigem alten Wechselverkehr mit einander. Wenn diese der Darstellung Anmuth und Klarheit verleiht, wenn durch ihre angestammte Bildsamkeit und ihren organischen Bau sie das Unternehmen begünstigt, die Totalität der Naturanschauung scharf zu begrenzen; so ergießt sie zugleich, und fast unbemerkt, ihren belebenden Hauch auf die Gedankenfülle selbst. Darum ist das Wort mehr als Zeichen und Form, und sein geheimnißvoller Einfluß offenbart sich am mächtigsten da, wo er dem freien Volkssinn und dem eignen Boden entsprießt. Stolz auf das Vaterland, dessen intellectuelle Einheit die feste Stütze jeder Kraftäußerung ist, wenden wir froh den Blick auf diese Vorzüge der Heimath. Hochbeglückt dürfen wir den nennen, der bei der lebendigen Darstellung der Phänomene des Weltalls aus den Tiefen einer Sprache schöpfen kann, die seit Jahrhunderten so mächtig auf Alles eingewirkt hat, was durch Erhöhung und ungebundene Anwendung geistiger Kräfte, in dem Gebiete schöpferischer Phantasie, wie in dem der ergründenden Vernunft, die Schicksale der Menschheit bewegt.

Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung.

In den allgemeinen Betrachtungen, mit denen ich die Prolegomenen zur Weltanschauung eröffnet, wurde entwickelt und durch Beispiele zu erläutern gesucht, wie der Naturgenuß, verschiedenartig in seinen inneren Quellen, durch klare Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen und in die Harmonie der belebenden Kräfte erhöht werden könne. Es wird jetzt mein Bestreben sein, den Geist und die leitende Idee der nachfolgenden wissenschaftlichen Untersuchungen specieller zu erörtern, das Fremdartige sorgfältig zu scheiden, den Begriff und den Inhalt der Lehre vom Kosmos, wie ich dieselbe aufgefaßt und nach vieljährigen Studien unter mancherlei Zonen bearbeitet, in übersichtlicher Kürze anzugeben. Möge ich mir dabei der Hoffnung schmeicheln dürfen, daß diese Erörterung den unvorsichtigen Titel meines Werkes rechtfertigen und ihn von dem

wurfe der Anmaßung befreien werde. Die Prolegomenen umfassen in vier Abtheilungen nach der einleitenden Betrachtung über die Ergründung der Weltgesetze:

1) den Begriff und die Begrenzung der physischen Weltbeschreibung, als einer eigenen und abgesonderten Disciplin;
2) den objectiven Inhalt, die reale, empirische Ansicht des Natur-Ganzen in der wissenschaftlichen Form eines Natur-Gemäldes;
3) den Reflex der Natur auf die Einbildungskraft und das Gefühl, als Anregungsmittel zum Naturstudium durch begeisterte Schilderungen ferner Himmelsstriche und naturbeschreibende Poesie (ein Zweig der modernen Literatur), durch veredelte Landschaft-Malerei, durch Anbau und contrastirende Gruppirung exotischer Pflanzenformen;
4) die Geschichte der Weltanschauung, d. h. der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Natur-Ganzen.

Je höher der Gesichtspunkt gestellt ist, aus welchem in diesem Werke die Naturerscheinungen betrachtet werden, desto bestimmter muß die zu begründende Wissenschaft umgrenzt und von allen verwandten Disciplinen geschieden werden. Physische Weltbeschreibung ist Betrachtung alles Geschaffenen, alles Seienden im Raume (der Natur-Dinge und Natur-Kräfte) als eines gleichzeitig bestehenden Natur-Ganzen. Sie zerfällt für den Menschen, den Bewohner der Erde, in zwei Hauptabtheilungen, den tellurischen und siderischen (uranologischen) Theil. Um die wissenschaftliche Selbstständigkeit der physischen Weltbeschreibung festzustellen und ihr Verhältniß zu anderen Gebieten, zur eigentlichen Physik oder Naturlehre, zur Naturgeschichte oder speciellen Naturbeschreibung, zur Geognosie und vergleichenden Geographie oder Erdbeschreibung zu schildern, wollen wir zunächst bei dem tellurischen (irdischen) Theile der physischen Weltbeschreibung verweilen. So wenig als die Geschichte der Philosophie in einer rohen Aneinanderreihung verschiedenartiger philosophischer Meinungen besteht, eben so wenig ist der tellurische Theil der Weltbeschreibung ein encyclopädisches Aggregat der oben genannten Naturwissenschaften. Die Grenzverwirrungen zwischen so innigst verwandten Disciplinen sind um so größer, als seit Jahrhunderten man sich gewöhnt hat, Gruppen von Erfahrungskenntnissen mit Namen zu bezeichnen, die bald zu eng, bald zu weit für das Bezeichnete sind, ja im classischen Alterthume, in den Sprachen, denen man sie entlehnte, eine ganz andere Bedeutung als die hatten, welche wir ihnen jetzt beilegen. Die Namen einzelner Naturwissenschaften, der Anthropologie, Physiologie, Naturlehre, Naturgeschichte, Geognosie und Geographie, sind entstanden und allgemein gebräuchlich geworden, bevor man zu einer klaren Einsicht über die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre möglichst strenge Begrenzung, d. i. über den Eintheilungsgrund selbst, gelangt war. In der Sprache einer der gebildetsten Nationen Europa's ist sogar, nach einer tief eingewurzelten Sitte, Physik kaum von der Arzneikunde zu trennen, während daß technische Chemie, Geologie und Astronomie, ganz empirisch behandelt, zu den philosophischen Arbeiten (transactions) einer mit Recht weltberühmten Akademie gezählt werden.

Umtausch alter, zwar unbestimmter, aber allgemein verständlicher Namen gegen neuere ist mehrfach, aber immer mit sehr geringem Erfolge, von denen versucht worden, die sich mit der Classification aller Zweige des menschlichen Wissens beschäftigt haben, von der großen Encyclopädie (Margarita philosophica) des Carthäuser-Mönchs Gregorius Reisch *)

---

*) Die Margarita philosophica des Priors der Karthause bei Freiburg, Gregorius Reisch, erschien zuerst unter dem Titel Aepitome omnis Philosophiae, alias Margarita philosophica tractans de omni genere scibili. So die Heidelberger Ausgabe von 1486 und die Straßburger von 1504. In der Freiburger desselben Jahres und in den zwölf folgenden Editionen, welche in der kurzen Epoche bis 1535 erschienen, blieb der erste Theil des Titels weg. Das Werk hat einen großen Einfluß auf die Verbreitung mathematischer und physikalischer Kenntnisse im Anfang des 16ten Jahrhunderts ausgeübt, und Chasles, der gelehrte Verfasser

selben Sicherheit und Einfachheit der Behandlung zu erfreuen hat, wel
möglich macht. In den hier angedeuteten Unterschieden liegt gewisse
warum in der früheren Zeit griechischer Cultur die phythagoreische N
Weltraume mehr, als den Erdräumen zugewandt war, warum
und in spätern Nachklängen durch Aristarch von Samos und Seleucu
die wahre Kenntniß unseres Sonnensystems in einem weit höheren G
geworden ist, als die ionische Naturphilosophie es der Physik der Erde
gültiger gegen die specifische Natur des Raum-Erfüllenden, gegen die
denheit der Stoffe, war der Sinn der italischen Schule mit dorische
geregelte Gestaltung, auf Form und Maaß gerichtet *), während die io
bei dem Stoffartigen, seinen geahneten Umwandlungen und genetische
zugsweise verweilten. Es war dem mächtigen, ächt philosophischen und
Geiste des Aristoteles vorbehalten, mit gleicher Liebe sich in die Welt de
in die unermeßlich reiche Fülle des Stoffartig-Verschiedenen der org
versenken.

Mehrere und sehr vorzügliche Werke über physische Geographie enth
tung einen astronomischen Theil, in dem sie die Erde zuerst in ihrer
hängigkeit, in ihrem Verhältniß zum Sonnensystem betrachten. Diese
entgegengesetzt, den ich mir vorgezeichnet habe. In einer Weltbeschreib
gnostische Theil, den Kant die Naturgeschichte des Himmels
tellurischen untergeordnet erscheinen. Im Kosmos ist, wie schon de
Aristarch der Samier, sich ausdrückte, die Sonne (mit ihren Gefährten
den zahllosen Sternen. Eine allgemeine Weltansicht muß also mit
füllenden himmlischen Körpern beginnen, gleichsam mit dem Entwur
Darstellung des Universums, einer eigentlichen Weltkarte, wie zue
sie Herschel der Vater gezeichnet hat. Wenn, trotz der Kleinheit un
tellurische Theil in der Weltbeschreibung den größeren Raum einnimm
lichsten behandelt wird, so geschieht dies nur in Beziehung auf die
Erkannten, auf die Ungleichheit des Empirisch-Zugänglichen. Jene Ur
analogischen Theils finden wir übrigens schon bei dem großen Ge
Varenius †) in der Mitte des 17ten Jahrhunderts. Er unterscheid

---

*) Vgl. Otfried Müller, Dorier, Bd. I. S. 365.

†) Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur. Die älteste Amsterdamer (Elzevirische) Ausgabe ist von 1650; die zweite (1672) und dritte (1681) wurden zu Cambridge von Newton besorgt. Das überaus wichtige Werk des Varenius ist im eigentlichen Sinne des Worts eine physische Erdbeschreibung. Seit der vortrefflichen Naturbeschreibung des Neuen Continents, die der Jesuit Joseph de Acosta (Historia natural de las Indias 1590) entwarf, waren die tellurischen Phänomene nie in solcher Allgemeinheit aufgefaßt worden. Acosta ist reicher an eigenen Beobachtungen; Varenius umfaßt einen größeren Ideenkreis, da ihn sein Aufenthalt in Holland, als dem Mittelpunkt eines großen Welthandels, in Berührung mit vielen wohlunterrichteten Reisenden gesetzt hatte. „*Generalis sive universalis Geographia dicitur, quae tellurem in genere considerat atque affectiones explicat, non habita particularium regionum ratione.*“ Die allgemeine Erdbeschreibung des Varenius (Pars absoluta cap. 1—22.) ist in ihrem ganzen Umfange eine vergleichende, wenn gleich der Verfasser das Wort Geographia comparativa (cap. 33—40.) in einer viel eingeschränkteren Bedeutung gebraucht. Merkwürdig sind die Aufzählung der Gebirgssysteme und die Betrachtung der Verhältnisse ihrer Richtungen zu der Gestalt der ganzen Continente (p. 66—76. ed.
Cantabr. 1681); die Liste der
brannten Vulkane; die Zusamn
über die Vertheilung der Insel
220), über die Tiefe des Ocea
Höhe naher Küsten (p. 103), übe
der Oberfläche aller offenen Mee
mungen in ihrer Abhängigkeit vo
den, die ungleiche Salzigkeit de
figuration der Küsten (p. 139),
Folge der Temperatur-Verschie
Betrachtungen über die allgem
mung von Osten nach Westen a
Cap San Augustin anfangenden
Florida ausbrechenden Golf-St
trefflich. Die Richtungen der S
afrikanischen Küste zwischen dem
der Insel Fernando Po im G
äußerst genau beschrieben. Die
Varenius für „gehobenen Mee
rituum inclusorum vi, sicut al
protrusos esse quidam scribu
von Newton veranstaltete Ausg
datior) enthält leider keine Zus
Der sphäroidalen Gestalt und
schieht nirgends Erwähnung, o
versuche um 9 Jahre älter als
bridge sind; aber Newton's

kannte Verfasser des Buches de Mundo, das lange dem Aristoteles zu
das Wort definirt hat, für den Inbegriff von Himmel und Erde, für die
genommen. Durch Nachahmungssucht der spät philosophirenden Römer
mundus, welches bei ihnen **Schmuck**, nicht einmal **Ordnung**, b
Bedeutung von **Weltall** umgestempelt. Die Einführung eines solche
in die lateinische Sprache, die wörtliche Uebertragung des griechischen K
fachem Sinne gebraucht, ist wahrscheinlich dem Ennius *) zuzuschreiben,
der italischen Schule, dem Uebersetzer pythagoreischer Philosopheme des
eines Nachahmers desselben.

Wie eine physische **Weltgeschichte**, wenn die Materialien dazu
im weitesten Sinne des Worts die Veränderungen schildern sollte, we
Zeiten der Kosmos durchwandert hat, von den neuen Sternen an, di
urplötzlich aufgelodert, und den Nebelflecken, die sich auflösen oder gegen
dichten, bis zum feinsten Pflanzen-Gewebe, das die nackte, erkaltete Erdr
hobenes Corallen-Riff allmälig und fortschreitend bedeckt; so schildert da
Weltbeschreibung das Zusammen-Bestehende im Raume, das gl
der Naturkräfte und der Gebilde, die das Product dieser Kräfte sind.
ist aber, im Begreifen der Natur, nicht von dem **Werden** absolut zu sch
das Organische allein ist ununterbrochen im Werden und Untergehen be
Erdenleben mahnt, in jedem Stadium seiner Existenz, an die früher durchl
So enthalten die über einander gelagerten Steinschichten, aus denen der
äußeren Erdrinde besteht, die Spuren einer fast gänzlich untergegangene
verkünden eine Reihe von Bildungen, die sich gruppenweise ersetzt haben;
Blick des Beobachters gleichzeitig im Raume die **Faunen** und **Floren**
Jahrtausende. In diesem Sinne wären **Naturbeschreibungen**
schichte nicht gänzlich von einander zu trennen. Der Geognost kan
nicht ohne die Vergangenheit fassen. Beide durchdringen und versch
Naturbilde des Erdkörpers, wie, im weiten Gebiete der Sprachen, der E
dermaligen Zustande grammatischer Formen ihr Werden und progressive
ganze sprachbildende Vergangenheit in der Gegenwart abgespiegelt finde
riellen Welt aber ist diese Abspiegelung des Gewesenen um so klarer, als
ducte unter unseren Augen sich bilden sehen. Unter den Gebirgsarten,
der Geognosie zu entlehnen, beleben Trachyt-Kegel, Basalt, Bimsstei
schlackige Mandelsteine auf eigenthümliche Weise die Landschaft. Sie w
Einbildungskraft wie Erzählungen aus der Vorwelt. Ihre Form ist ihr

Das Sein wird in seinem Umfang und inneren Sein vollständig erst
denes erkannt. Von dieser ursprünglichen Verschmelzung der Begriffe
Alterthum in dem Gebrauche des Worts: **Historie** bei Griechen und
auch nicht in der Definition, die Verrius Flaccus †) giebt, so ist doch in
Schriften des Aristoteles **Historie** eine Erzählung von dem Erforsch
Wahrgenommenen. Die physische Weltbeschreibung des älteren Plini
einer Historia naturalis; in den Briefen des Neffen wird sie edler ei
Natur" genannt. Im classischen Alterthum trennen die frühesten Hist
die Länderbeschreibung von der Darstellung der Begebenheiten, deren S
schriebenen Länder gewesen sind. Physische Geographie und Geschicht
anmuthig gemischt, bis das wachsende politische Interesse und ein vielbew
das erste Element verdrängten, das nun in eine abgesonderte Disciplin i

---

*) Ueber den Ennius s. die scharfsinnigen Untersuchungen von Leopold **Krahner** in dessen Grundlinien zur Geschichte des Verfalls der römischen Staats-Religion 1837 S. 41—45. Wahrscheinlich schöpfte Ennius nicht aus den Epicharmischen S aus Gedichten, die unter dem N und im Sinne seines Systems ge

†) Gell. Noct. att. V, 18.

Die Vielheit der Erscheinungen des Kosmos in der Einheit d
Form eines rein rationalen Zusammenhanges zu umfassen, kann,
bei dem jetzigen Zustande unseres empirischen Wissens nicht erlangt
wissenschaften sind nie vollendet, die Fülle sinnlicher Wahrnehmungen
keine Generation wird je sich rühmen können, die Totalität der Ersche
Nur da, wo man die Erscheinungen gruppenweise sondert, erke
gleichartigen Gruppen das Walten großer und einfacher Naturg
physikalischen Wissenschaften sich ausbilden, desto mehr erweitern sich
Waltens. Glänzende Beweise davon geben die neuerlangten A
welche sowohl im festen Erdkörper als in der Atmosphäre von electro
von der strahlenden Wärme oder der Fortpflanzung der Lichtwellen
Beweise die Evolutions-Bildungen des Organismus, in denen alle
angedeutet ist, wo gleichsam aus einerlei Hergang in der Verme
lung von Zellen das Gewebe der Thier- und Pflanzenwelt entsteht.
nerung der Gesetze, die anfangs nur engere Kreise, isolirtere Grupp
zu beherrschen scheinen, giebt es mannigfaltige Abstufungen. Die He
Gesetze gewinnt an Umfang, der ideelle Zusammenhang an Klarhe
schungen auf gleichartige, unter sich verwandte Massen gerichtet sind.
mischen Ansichten, die sich dazu nur auf bildliche atomistische Vora
nicht ausreichen, weil die specifische Natur der Materie und ihre He
sind, da gerathen wir, nach Einheit des Begreifens strebend, auf K
gründeter Tiefe. Es offenbart sich dort das Wirken einer eigenen A
Gesetzliche numerischer Verhältnisse, welches der Scharfsinn der neue
lich und glänzend, doch aber ebenfalls nur unter einem uralten Gew
len atomistischer Vorstellungsweisen erkannt hat, bleibt bis jetzt isoli
Gesetzen aus dem Bereich der reinen Bewegungslehre.

Die Einzelheiten, auf welche sich alle unmittelbare Wahrnehmu
logisch in Classen und Gattungen geordnet werden. Solche Anor
ich schon oben tadelnd bemerkte, als ein naturbeschreibender Theil, d
von Natur-Systemen. Sie erleichtern freilich das Studium de
und ihrer linearen Verkettung unter einander, aber als Verzeichnisse
formelles Band; sie bringen mehr Einheit in die Darstellung, als in
Wie es Graduationen giebt in der Verallgemeinerung der Naturg
größere oder kleinere Gruppen von Erscheinungen, weitere oder eng
Gestaltung und Gliederung umfassen, so giebt es auch Abstufungen im
Es beginnt dasselbe von vereinzelten Anschauungen, die man gl
ordnet. Von dem Beobachten wird fortgeschritten zum Expe
Hervorrufen der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, nach
d. h. nach dem Vorgefühl von dem inneren Zusammenhange der
durch Beobachtung und Experiment erlangt ist, führt, auf Analogien
gründet, zur Erkenntniß empirischer Gesetze. Das sind die Phase
mente, welche der beobachtende Verstand durchläuft und die in der
wissens der Völker besondere Epochen bezeichnen.

Zwei Formen der Abstraction beherrschen die ganze Masse der Erke
tive, Verhältnißbestimmungen nach Zahl und Größe, und qual
Beschaffenheiten. Die erstere, zugänglichere Form gehört dem math
dem chemischen Wissen an. Um die Erscheinungen dem Calcul zu
Materie aus Atomen (Moleculen) construirt, deren Zahl, Form, La
Erscheinungen bedingen soll. Die Mythen von imponderablen Sto
Lebenskräften in jeglichem Organismus verwickeln und trüben di

Naturgemälde

Allgemeine Uebersicht der Ersc

Wenn der menschliche Geist sich erkühnt, die Materie, d.
nungen zu beherrschen, wenn er bei denkender Betrachtung
des Naturlebens, das Walten der freien und der gebundenen
so fühlt er sich zu einer Höhe gehoben, von der herab, bei w
ihm das Einzelne nur gruppenweise vertheilt, wie umflossen
Dieser bildliche Ausdruck ist gewählt, um den Standpunkt z
versuchen das Universum zu betrachten und in seinen bei
und der irdischen, anschaulich darzustellen. Das Gewagt
habe ich nicht verkannt. Unter allen Formen der Darstellung
sind, ist der Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes
Entfaltung gestaltenreicher Mannigfaltigkeit nicht unterlieg
Wirklichkeit oder in dem subjectiven Ideenkreise geschiede
Durch Trennung und Unterordnung der Erscheinungen, du
in das Spiel dunkel waltender Mächte, durch eine Lebendig
sinnliche Anschauung sich naturwahr spiegelt, können wir
umfassen und zu beschreiben, wie es die Würde des großa
Universum, als Weltordnung, als Schmuck des
dann die unermeßliche Verschiedenartigkeit der Elemente, di
mendrängen, dem harmonischen Eindruck von Ruhe und Ei
letzte Zweck einer jeden literarischen oder rein künstlerischen

Wir beginnen mit den Tiefen des Weltraums und der
stufenweise herabsteigend durch die Sternschicht, der unser S
luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, seiner Gestaltung,
Spannung, zu der Lebensfülle, welche, vom Lichte angeregt,
faltet. So umfaßt ein Weltgemälde in wenigen Zügen die
wie die mikroscopischen kleinen Organismen des Thier und
stehenden Gewässer und die verwitternde Rinde der Felsen
bare, das ein strenges Studium der Natur nach jeglicher
erforscht hat, bildet das Material, nach welchem die Darstell
hält in sich das Zeugniß ihrer Wahrheit und Treue. Ein
wie wir es in diesen Prolegomenen aufstellen, soll aber ni
spüren; es bedarf nicht zu seiner Vollständigkeit der Auf
aller Naturdinge und Naturprocesse. Der Tendenz endloser
und Gesammelten widerstrebend, soll der ordnende Denker
rischen Fülle zu entgehen. Ein ansehnlicher Theil der qu
oder, um naturphilosophischer zu reden, ihrer qualitativen
unentdeckt. Das Auffinden der Einheit in der Totalität blei
ständig. Neben der Freude an der errungenen Erkenntniß
mischt, in dem aufstrebenden, von der Gegenwart unbefriedi
noch nicht aufgeschlossenen, unbekannten Regionen des W
knüpft fester das Band, welches, nach alten, das Innerste de

ungen.

Gesetzen, alles Sinnliche an das Unsinnliche kettet; si
„was das Gemüth von der Welt erfaßt, und dem, was

Ist demnach die Natur (Inbegriff der Naturding
Umfang und Inhalte nach, ein Unendliches, so
Anlagen der Menschheit ein nicht zu fassendes und in
kenntniß von dem Zusammenwirken aller Kräfte ein
ches Bekenntniß geziemt da, wo das Sein und Werde
unterworfen bleibt, wo man den empirischen Weg und
nicht zu verlassen wagt. Wenn aber auch das ewige
unbefriedigt bleibt, so lehrt uns dagegen die Geschi
welche einem anderen Theile dieser Prolegomenen vorb
Jahrhunderte die Menschheit zu einer partiellen Ei
der Erscheinungen allmälig gelangt ist. Meine Pflicht
dem Maaß und in den Schranken der Gegenwart übers
weglichen und Veränderlichen im Raume sind mitt
Zweck, ja der Ausdruck physischer Gesetze; sie zeigen un
in der Flucht der Erscheinungen; so ist z. B. der For
wägenden Physik vorzugsweise durch Erlangung und
gewisser Größen bezeichnet; so treten wiederum, wie ei
erweitertem Sinne, die einzigen in unsrer Schrift übri
hieroglyphischen Zeichen, die Zahlen, als Mächte des K

Den ernsten Forscher erfreut die Einfachheit numer
Dimensionen der Himmelsräume, die Größe der Weltkör
die dreifachen Elemente des Erdmagnetismus, der mitt
Menge der Wärme bezeichnet werden, welche die So
Theile des Jahres über die einzelnen Punkte der fest
Planeten ergießt. Unbefriedigter bleibt der Naturdicht
gierigen Menge. Beiden erscheint heute die Wissenschaf
mit Zweifel oder gar als unauflöslich zurückweist, die m
wähnte. In ihrer strengeren Form, in ihrem engeren
Anmuth beraubt, durch welche früher eine dogmatische
nunft zu täuschen, die Einbildungskraft zu beschäftigen
der Neuen Welt glaubte man, von den canarischen In
in Westen zu sehen. Es waren Trugbilder, nicht durch
Lichtstrahlen, nur durch Sehnsucht nach der Ferne, nach
Reiz täuschender Luftgebilde bot die Naturphilosophie d
alters, und selbst die der späteren Jahrhunderte, in rei
des beschränkten Wissens, wie von einem hohen Inselu
ferne Regionen. Der Glaube an das Ungewöhnliche
Umrisse jedem Erzeugniß idealer Schöpfung, und das G
land kosmologischer, geognostischer und magnetischer Tr
Gebiete der Wirklichkeit verschmolzen.

Natur, in der vielfachen Deutung des Wortes, bal
Werdenden, bald als innere, bewegende Kraft, bald al
Erscheinungen aufgefaßt, offenbart sich dem einfachen
vorzugsweise als etwas Irdisches, ihm näher Verwandt
organischen Bildung erkennen wir recht eigentlich unse
ihre Blüthen und Früchte entfaltet, wo er die zahllose
tritt das Bild der Natur lebendiger vor unsre Seele.
beschränkt; der glanzvolle Sternenteppich, die weiten Hi

gemälde an, in dem die Größe der Massen, die Zahl zusammengedrängter Sonnen oder aufdämmernder Lichtnebel unsere Bewunderung und unser Staunen erregen, dem wir uns aber, bei scheinbarer Verödung, bei völligem Mangel an dem unmittelbaren Eindruck eines organischen Lebens, wie entfremdet fühlen. So sind denn auch nach den frühesten physikalischen Ansichten der Menschheit Himmel und Erde, räumlich ein Oben und Unten, von einander getrennt geblieben. Sollte demnach ein Naturbild bloß den Bedürfnissen sinnlicher Anschauung entsprechen, so müßte es mit der Beschreibung des heimischen Bodens beginnen. Es schilderte zuerst den Erdkörper in seiner Größe und Form, in seiner, mit der Tiefe zunehmenden Dichtigkeit und Wärme, in seinen über einander gelagerten, starren und flüssigen Schichten; es schilderte die Scheidung von Meer und Land, das Leben, das in beiden als zelliges Gewebe der Pflanzen und Thiere sich entwickelt; den wogenden, stromreichen Luftocean, von dessen Boden waldgekrönte Bergketten wie Klippen und Untiefen aufsteigen. Nach dieser Schilderung der rein tellurischen Verhältnisse erhöbe sich der Blick zu den Himmelsräumen; die Erde, der uns wohlbekannte Sitz organischer Gestaltungsprocesse, würde nun als Planet betrachtet. Er träte in die Reihe der Weltkörper, die um einen der zahllosen selbstleuchtenden Sterne kreisen. Diese Folge der Ideen bezeichnet den Weg der ersten sinnlichen Anschauungsweise, sie mahnet fast noch an die alte „meerumflossene Erdscheibe," welche den Himmel trug; sie geht von dem Standort der Wahrnehmung, von dem Bekannten und Nahen zum Unbekannten und Fernen über. Sie entspricht der in mathematischer Hinsicht zu empfehlenden Methode unsrer astronomischen Lehrbücher, welche von den scheinbaren Bewegungen der Himmelskörper zu den wirklichen übergeht.

In einem Werke aber, welches das bereits Erkannte, selbst das, was in dem dermaliger Zustande unseres Wissens für gewiß, oder nach verschiedenen Abstufungen für wahrscheinlich gehalten wird, aufzählen, nicht die Beweise liefern soll, welche die erzielten Resultate begründen, ist ein anderer Ideengang vorzuziehen. Hier wird nicht mehr von dem subjectiven Standpunkte, von dem menschlichen Interesse ausgegangen. Das Irdische darf nur als ein Theil des Ganzen, als diesem untergeordnet erscheinen. Die Naturansicht soll allgemein, sie soll groß und frei, nicht durch Motive der Nähe, des gemüthlicheren Antheils, der relativen Nützlichkeit beengt sein. Eine physische Weltbeschreibung, ein Weltgemälde beginnt daher nicht mit dem Tellurischen, sie beginnt mit dem, was die Himmelsräume erfüllt. Aber indem sich die Sphären der Anschauung räumlich verengen, vermehrt sich der individuelle Reichthum des Unterscheidbaren, die Fülle physischer Erscheinungen, die Kenntniß der qualitativen Heterogeneität der Stoffe. Aus den Regionen, in denen wir nur die Herrschaft der Gravitationsgesetze erkennen, steigen wir dann zu unserem Planeten, zu dem verwickelten Spiel der Kräfte im Erdeleben herab. Die hier geschilderte naturbeschreibende Methode ist der, welche Resultate begründet, entgegengesetzt. Die eine zählt auf, was auf dem anderen Wege erwiesen worden ist.

Durch Organe nimmt der Mensch die Außenwelt in sich auf. Lichterscheinungen verkünden uns das Dasein der Materie in den fernsten Himmelsräumen. Das Auge ist das Organ der Weltanschauung. Die Erfindung des telescopischen Sehens hat seit drittehalb Jahrhunderten den späteren Generationen eine Macht verliehen, deren Grenze noch nicht erreicht ist. Die erste und allgemeinste Betrachtung im Kosmos ist die des Inhalts der Welträume, die Betrachtung der Vertheilung der Materie, des Geschaffenen, wie man gewöhnlich das Seiende und Werdende zu nennen pflegt. Wir sehen die Materie theils zu rotirenden und kreisenden Weltkörpern von sehr verschiedener Dichtigkeit und Größe geballt, theils selbstleuchtend dunstförmig als Lichtnebel zerstreut. Betrachten wir zuerst die Nebelflecke, den in bestimmte Formen geschiedenen Weltdunst, so scheint derselbe in steter Veränderung seines Aggregat=Zustandes begriffen. Er tritt auf, scheinbar in kleinen Dimensionen, als runde oder elliptische Scheibe, einfach oder gepaart, bisweilen durch

einen Lichtfaden verbunden; bei größerem Durchmesser ist er vielgestaltet, langgestreckt, oder in mehrere Zweige auslaufend, als Fächer oder scharf begrenzter Ring mit dunklem Inneren. Man glaubt diese Nebelflecke mannigfaltigen, fortschreitenden Gestaltungs-Processen unterworfen, je nachdem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne nach Attractions-Gesetzen verdichtet. Fast drittehalbtausend solcher unauflöslichen Nebelflecke, in denen die mächtigsten Fernröhre keine Sterne unterscheiden, sind bereits aufgezählt und in ihrer örtlichen Lage bestimmt worden.

Die genetische Entwickelung, die perpetuirliche Fortbildung, in welcher dieser Theil der Himmelsräume begriffen scheint, hat denkende Beobachter auf die Analogie organischer Erscheinungen geleitet. Wie wir in unsern Wäldern dieselbe Baumart gleichzeitig in allen Stufen des Wachsthums sehen, und aus diesem Anblick, aus dieser Coexistenz den Eindruck fortschreitender Lebens-Entwicklung schöpfen, so erkennen wir auch in dem großen Weltgarten die verschiedensten Stadien allmäliger Sternbildung. Der Proceß der Verdichtung, den Anaximenes und die ganze ionische Schule lehrte, scheint hier gleichsam unter unsern Augen vorzugehen. Dieser Gegenstand des Forschens und Ahnens ist vorzugsweise anziehend für die Einbildungskraft. Was in den Kreisen des Lebens und aller inneren treibenden Kräfte des Weltalls so unaussprechlich fesselt, ist minder noch die Erkenntniß des Seins, als die des Werdens; sei dies Werden auch nur (denn vom eigentlichen Schaffen als einer Thathandlung, vom Entstehen, als „Anfang des Seins nach dem Nichtsein," haben wir weder Begriff noch Erfahrung) ein neuer Zustand des schon materiell Vorhandenen.

Nicht bloß durch Vergleichung der verschiednen Entwicklungs-Momente, in denen sich die gegen ihr Inneres mehr oder minder verdichteten Nebelflecke zeigen, auch durch unmittelbare auf einander folgende Beobachtungen hat man geglaubt, zuerst in der Andromeda, später im Schiffe Argo und in dem isolirten fasrigen Theile des Orion-Nebels wirkliche Gestaltveränderungen zu bemerken. Ungleichheit der Lichtstärke in den angewandten Instrumenten, verschiedene Zustände unseres Luftkreises, und andere optische Verhältnisse machen freilich einen Theil der Resultate als wahrhaft historische Ergebnisse zweifelhaft.

Mit den eigentlichen vielgestalteten Nebelflecken, deren einzelne Theile einen ungleichen Glanz haben und die mit abnehmendem Umfang sich vielleicht zuletzt in Sterne concentriren, mit sogenannten planetarischen Nebeln, deren runde, etwas eiförmige Scheiben in allen Theilen eine völlig gleiche milde Intensität des Lichtes zeigen, sind nicht die Nebelsterne zu verwechseln. Hier projiciren sich nicht etwa zufällig Sterne auf fernem nebligem Grunde; nein, die dunstförmige Materie, der Lichtnebel bildet Eine Masse mit dem von ihm umgebenen Gestirne. Bei der oft sehr beträchtlichen Größe ihres scheinbaren Durchmessers und der Ferne, in der sie aufglimmen, müssen beide, die planetarischen Nebelflecke sowohl als die Nebelsterne, ungeheure Dimensionen haben. Neue und scharfsinnige Betrachtungen*) über den sehr verschiedenen Einfluß der Entfernung auf die Intensität des Lichtes einer Scheibe von meßbarem Durchmesser oder eines einzelnen selbstleuchtenden Punktes machen es nicht unwahrscheinlich, daß die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen dem Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle selbst für unser teleskopisches Sehen verschwunden ist.

Die prachtvollen Zonen des südlichen Himmels zwischen den Parallelkreisen von 50° und 80° sind besonders reich an Nebelsternen und zusammengedrängten, nicht aufzulösenden Nebelflecken. Von den zwei Magelhanischen Wolken, die um den sternleeren, verödeten Südpol kreisen, erscheint besonders die größere, nach den neuesten Untersuchungen†), „als ein

*) Die optischen Betrachtungen über den Unterschied, welchen ein einziger leuchtender Punkt oder eine Scheibe von meßbarem Winkel darbieten, in der die Lichtstärke in jedem Abstande dieselbe bleibt, findet man entwickelt in Arago, Analyse des travaux de Sir William Herschel (Annuaire du Bureau des Long. 1842 p. 410—412 und 441).

†) Die beiden Magelhanischen Wolken, Nubecula

reits erwähnte und die sich auf gleich große Abtheilungen des telescopischen Gesichtsfeldes beziehen. Die zu- und abnehmende Sternmenge mißt die Tiefe der Schicht nach verschiedenen Richtungen hin. So geben die Aichungen die Länge der Visionsradien, gleichsam die jedesmalige Länge des ausgeworfenen Senkbleies, wenn dasselbe den Boden der Sternschicht oder richtiger gesprochen, da hier kein oben und unten ist, die äußere Begränzung erreichen soll. Das Auge steht in der Richtung der Längenaxe, da wo die meisten Sterne hinter einander liegen, die letzteren dicht zusammengedrängt, wie durch einen milchfarbenen Schimmer (Lichtdunst) vereinigt, und an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, in einem dasselbe ganz umziehenden Gürtel, perspectivisch dargestellt. Der schmale und in Zweige getheilte Gürtel, von prachtvollem, doch ungleichem und durch dunklere Stellen unterbrochenem Lichtglanze, weicht an der hohlen Sphäre nur um wenige Grade von einem größten Kreise ab, weil wir uns nahe bei der Mitte des ganzen Sternhaufens und fast in der Ebene selbst der Milchstraße befinden. Stände unser Planetensystem fern außerhalb des Sternhaufens, so würde die Milchstraße dem bewaffneten Auge als ein Ring und, in noch größerer Ferne, als ein auflöslicher, scheibenförmiger Nebelfleck erscheinen.

Unter den vielen selbstleuchtenden ihren Ort verändernden Sonnen (irrthümlich sogenannten Fixsternen), welche unsre Weltinsel bilden, ist unsere Sonne die einzige, die wir als Centralkörper durch wirkliche Beobachtung in dem Verhältniß zu der von ihr unmittelbar abhängigen, um sie kreisenden geballten Materie (in mannigfacher Form von Planeten, Cometen und aërolithenartigen Asteroiden) kennen. In den vielfachen Sternen (Doppelsonnen oder Doppelsternen), so weit sie bisher ergründet sind, herrscht nicht dieselbe planetarische Abhängigkeit der relativen Bewegung und Erleuchtung, welche unser Sonnensystem charakterisirt. Zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne, deren Planeten und Monde (falls sie vorhanden sind) unsrer jetzigen telescopischen Sehkraft entgehen, kreisen allerdings auch hier um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt; aber dieser Schwerpunkt fällt in einen vielleicht mit ungeballter Materie (Weltdunst) ausgefüllten Raum, während derselbe bei unserer Sonne oft in der innersten Begrenzung eines sichtbaren Centralkörpers enthalten ist. Wenn man Sonne und Erde oder Erde und Mond als Doppelsterne, unser ganzes planetarisches Sonnensystem als eine vielfache Sterngruppe betrachtet, so erstreckt sich die Analogie, welche eine solche Benennung hervorruft, nur auf die, Attractions-Systemen verschiedener Ordnung zukommenden, von den Lichtprocessen und der Art der Erleuchtung ganz unabhängigen Bewegungen.

Bei dieser Verallgemeinerung kosmischer Ansichten, welche dem Entwurf eines Natur- oder Weltgemäldes zukommt, kann das Sonnensystem, zu dem die Erde gehört, in zwiefacher Beziehung betrachtet werden: zunächst in Beziehung auf die verschiedenen Classen individualisirter geballter Materie, auf die Größe, die Gestaltung, die Dichtigkeit und den Abstand der Weltkörper desselben Systems; dann in Beziehung auf andre Theile unseres Sternhaufens, auf die Ortsveränderung der Sonne innerhalb desselben.

Das Sonnensystem, d. h. die um die Sonne kreisende sehr verschiedentlich geformte Materie, besteht nach unsrer jetzigen Kenntniß aus eilf Hauptplaneten, achtzehn Monden oder Nebenplaneten, und Myriaden von Cometen, deren drei (planetarische) das enge Gebiet der Hauptplaneten nicht verlassen. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit dürfen wir auch dem Gebiete unserer Sonne, der unmittelbaren Sphäre ihrer Centralkraft, zuzählen: erstens einen rotirenden Ring dunstartiger Materie, vielleicht zwischen der Venus- und Marsbahn gelegen, gewiß die Erdbahn *) überschreitend und uns

*) Si dans les zones abandonnées par l'atmosphère du soleil il s'est trouvé des molécules trop volatiles pour s'unir entre elles ou aux planètes; elles doivent en continuant de circuler autour de cet astre offrir toutes les apparences de la lumière zodiacale, sans opposer de resistance sensible aux divers corps du sustème planétaire; soit à cause de leur extréme rareté, soit parce que leur mouvement est à fort peu prés le même que celui des planètes, qu'elles rencontrent." Laplace, Exp. du Syst. du Monde (éd. 5.) p. 415.

in Pyramidalform als **Zodiacallicht** sichtbar; zweitens eine Schaar von sehr kleinen **Asteroiden**, deren Bahnen unsre Erdbahn schneiden oder ihr sehr nahe kommen, und die Erscheinungen von Aerolithen und fallenden **Sternschnuppen** darbieten. Umfaßt man die Complication von Gestaltungen, die in so verschiedenen, mehr oder weniger excentrischen Bahnen um die Sonne kreisen; ist man nicht geneigt, mit dem unsterblichen Verfasser der Mécanique céleste die größere Zahl der Cometen für Nebelsterne zu halten, die von einem Centralsysteme zum anderen *) schweifen; so muß man bekennen, daß das vorzugsweise so genannte **Planetensystem**, d. h. die Gruppe der Weltkörper, welche in wenig excentrischen Bahnen sammt ihrem Mondgefolge um die Sonne kreisen, nicht der Masse, aber der Zahl der Individuen nach, einen kleinen Theil des ganzen Systems ausmacht.

Die **telescopischen Planeten**, Vesta, Juno, Ceres und Pallas, mit ihren unter sich verschlungenen, stark geneigten und mehr excentrischen Bahnen, hat man versucht als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilungen in unsrem Planetensysteme, gleichsam als eine **mittlere Gruppe** zu betrachten. Nach dieser Ansicht bietet die **innere** Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) in Vergleich mit der **äußeren** (Jupiter, Saturn und Uranus) mehrere auffallende Contraste †) dar. Die inneren, sonnennäheren Planeten sind von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und langsam rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet, und bis auf einen gänzlich mondlos. Die äußeren, sonnenfernen Planeten sind mächtig größer, fünfmal undichter, mehr als zweimal schneller in der Umdrehungszeit um ihre Axe, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 17 zu 1, wenn dem Uranus wirklich sechs Satelliten zukommen.

Diese allgemeinen Betrachtungen über gewisse charakteristische Eigenschaften ganzer Gruppen lassen sich aber nicht mit gleichem Rechte auf die einzelnen Planeten jeglicher Gruppe anwenden; nicht auf die Verhältnisse des **Abstandes von dem Centralkörper** zu der absoluten Größe, zu der Dichtigkeit, zu der Umdrehungszeit, zu der Excentricität, zu der Neigung der Bahnen und Axen kreisender Weltkörper. Wir kennen bisher keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, welches (wie das schöne Gesetz, das die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten sechs Elemente der Planetenkörper und der Form ihrer Bahnen von einander oder von den mittleren Entfernungen abhängig machte. Der sonnenferne Mars ist kleiner als die Erde und Venus, ja unter allen längstbekannten, größeren Planeten dem sonnennahen Merkur in dem Durchmesser am nächsten; Saturn ist kleiner als Jupiter und doch viel größer als Uranus. Die Zone der, im Volum so unbedeutenden, telescopischen Planeten liegt in einer Abstandsreihe, die von der Sonne anhebt, unmittelbar vor Jupiter, dem mächtigsten aller planetarischen Weltkörper; und doch haben mehrere dieser kleinen Asteroiden, deren Scheiben wenig meßbar sind, kaum die Hälfte mehr Oberfläche, als Frankreich, Madagascar oder Borneo. So auffallend auch die äußerst geringe Dichtigkeit aller der colossalen Planeten ist, welche der Sonne am fernsten liegen, so läßt sich auch hier keine regelmäßige Folge erkennen ‡). Uranus scheint wieder dichter als Saturn zu sein, selbst wenn man Lamont's kleinere Masse $^1/_{24605}$ annimmt; und trotz der unbeträchtlichen Dichtigkeitsverschiedenheit der innersten Planetengruppe ||) finden wir doch, zu beiden Seiten der Erde, Venus und Mars undichter, als sie selbst. Die Rotationszeit nimmt im Ganzen freilich in der Sonnenferne ab, doch ist sie im Mars größer als bei der Erde, im Saturn

---

*) **Laplace** a. a. O. S. 396 und 414.

†) **Littrow**, Astronomie 1825, Bd. II. S. 107. **Mädler**, Astr. 1841 S. 212. (**Laplace** a. a. O. S. 210.)

‡) **Kepler** über die mit den Abständen von der Sonne zunehmende Dichte und zunehmendes Volum der Planeten, indem der Centralkörper (die Sonne) als der **dichteste** aller Weltkörper beschrieben wird, in Epitome Astron. Copern. in VII libros digesta, 1618—1622, p. 420. Auch Leibnitz war der Meinung Kepler's und Otto's von Guericke zugethan, daß die Planeten in Verhältniß der Sonnenferne an Volum zunehmen. S. dessen Brief an den Magdeburger Bürgermeister (Mainz 1671) in **Leibnitz** deutschen Schriften, herausg. von Guhrauer. Th. I. S. 264.

||) S. für die Zusammenstellung der Massen **Encke** in Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 488. S. 114.

[illegible] unter allen Planeten haben die elliptisch[illegible] [illegible] Merkur, die kleinste Venus und die Erde, zwei u[illegible] [illegible] Planeten. Merkur und Venus bieten demnach dieselb[illegible] [illegible] ihren Bahnen eng verschlungenen Asteroiden b[illegible] [illegible] der Juno und Pallas sind jede dreim[illegible] [illegible] Ebenso ist es mit der Neigung der Planetenbahn[illegible] [illegible] und mit der Stellung der Umdrehungsachsen a[illegible] [illegible] welcher mehr noch als von der Excentricität die B[illegible] [illegible] und Tageslängen abhangen. Die Planeten, wel[illegible] [illegible] Juno, Pallas und Merkur, haben auch, aber ni[illegible] [illegible] Neigungen der Bahnen gegen die Ecliptik. Die [illegible] [illegible] größer als die Neigung des Jupiter, während daß [illegible] [illegible] den Neigungswinkel der Jupitersbahn kaum sechsm[illegible] [illegible] wenigen 4 bis 5 Planeten, deren Rotationsebe[illegible] [illegible] ebenfalls keine regelmäßige Reihefolge dar. Na[illegible] [illegible] zu urtheilen, deren zwei (der zweite und vierte) in [illegible] [illegible] gesehen worden sind, ist die Achse des äußersten al[illegible] [illegible] gegen seine Bahn geneigt; und Saturn befindet sich mitt[illegible] [illegible] fast senkrecht steht, und dem Uranus, in welchem [illegible] [illegible]

[illegible] in dieser Aufzählung räumlicher Verhältnisse geh[illegible] [illegible] in der Natur, nicht als Gegenstand i[illegible] [illegible] begründeter Verkettung. Das Planetensys[illegible] [illegible] Größe und relativer Achsenstellung, von Dichtigke[illegible] [illegible] der Excentricität der Bahnen [illegible] für uns ni[illegible] [illegible] das Maaß der Vertheilung von Wasser und Land auf u[illegible] [illegible] Continente oder die Höhe der Bergketten. Kein a[illegible] [illegible] in den Himmelsräumen oder in den Unebenheiten [illegible] [illegible] hervorgegangen aus dem Co[illegible] [illegible] Bedingungen wirkender Kräfte. Zufällig al[illegible] [illegible] Planetenbildung, was er nicht genetisch zu erklären verma[illegible] [illegible] um die Sonne kreisenden Ringen dunstförmig[illegible] [illegible] ungleichförmige Dichtigkeit, die Te[illegible] [illegible] magnetische Spannung dieser Ringe zu den verschiedenen Gest[illegible] [illegible] das Maaß der Wurfgeschwindigkeit und kleine Abänd[illegible] [illegible] mannigfaltigsten Formen und Neigungen [illegible] [illegible] Massenanziehungen und Gravitationsgese[illegible] [illegible] Verhältnissen der Continentalerhebung[illegible] [illegible] gegenwärtigen Form der Dinge ist nicht auf die ganze Reihe [illegible] Zustände [illegible] durchlaufen haben. Selbst [illegible] [illegible] von der Sonne, die Progression, aus de[illegible] [illegible] ausfüllenden Planeten zwisch[illegible] Mars und Jupiter [illegible] für die Distanzen zwischen Merk[illegible] Venus und Erde [illegible] als gegen die Begriffe ei[illegible] Reihe [illegible]

[illegible] Hauptplaneten finden sich ge[illegible] [illegible] umgeben. Die Hau[illegible] [illegible] Wir erkennen [illegible] [illegible] die Entfaltung [illegible] [illegible] und Pflanzengruppen, in [illegible]

typischen Formwiederholung untergeordneter Sphären zeigt. Die Nebenplaneten oder Monde werden häufiger in der äußeren Region des Planetensystems, jenseits der in sich verschlungenen Bahnen der sogenannten kleinen Planeten. Diesseits sind alle Hauptplaneten mondlos, die einzige Erde abgerechnet, deren Satellit verhältnißmäßig sehr groß ist, da sein Durchmesser den vierten Theil des Erddurchmessers ausmacht, während daß der größte aller bekannten Monde, der sechste der Saturnstrabanten, vielleicht 1/47, und der größte aller Jupiterstrabanten, der dritte, dem Durchmesser nach, nur 1/26 ihres Hauptplaneten oder Centralkörpers sind. Die mondreichsten Planeten findet man unter den fernsten, welche zugleich die größern, die sehr undichten und sehr abgeplatteten sind. Nach den neuesten Messungen von Mädler hat Uranus die stärkste aller planetarischen Abplattungen, 1/9,92. Bei der Erde und ihrem Monde, deren mittlere Entfernung von einander 51800 geographische Meilen beträgt, ist die Differenz*) der Massen und der Durchmesser beider Weltkörper weit geringer, als wir sie sonst bei Haupt- und Nebenplaneten und Körpern verschiedener Ordnung im Sonnensysteme anzutreffen gewohnt sind. Während die Dichtigkeit des Erdtrabanten 5/9 geringer als die der Erde selbst ist, scheint, falls man den Bestimmungen der Größen und Massen hinlänglich trauen darf, unter den Monden, welche den Jupiter begleiten, der zweite dichter als der Hauptplanet zu sein.

Von den 14 Monden, deren Verhältnisse mit einiger Gewißheit ergründet worden sind, bietet das System der sieben Saturnstrabanten die Beispiele des beträchtlichsten Contrastes in der absoluten Größe und in den Abständen von dem Hauptplaneten dar. Der sechste Saturns-Satellit ist wahrscheinlich nicht viel kleiner als Mars, während unser Erdmond genau nur den halben Durchmesser dieses Planeten hat. Am nächsten steht, dem Volum nach, den beiden äußersten (dem sechsten und siebenten) Saturnstrabanten der dritte und hellste unter den Jupitersmonden. Dagegen gehören die durch das 40füßige Telescop im Jahr 1789 von Wilhelm Herschel entdeckten, von John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung, von Vico zu Rom und von Lamont zu München wiedergesehenen zwei innersten Saturnstrabanten, vielleicht neben den so fernen Uranusmonden, zu den kleinsten und nur unter besonders günstigen Umständen in den mächtigsten Fernröhren sichtbaren Weltkörpern unseres Sonnensystems. Alle Bestimmungen der wahren Durchmesser der Satelliten, ihre Herleitung aus der Messung der scheinbaren Größe kleiner Scheiben sind vielen optischen Schwierigkeiten unterworfen; und die rechnende Astronomie, welche die Bewegungen der Himmelskörper, wie sie sich uns von unserm irdischen Standpunkte aus darstellen werden, numerisch vorher bestimmt, ist allein um Bewegung und Masse, wenig aber um die Volume bekümmert.

Der absolute Abstand eines Mondes von seinem Hauptplaneten ist am größten in dem äußersten oder siebenten Saturnstrabanten. Seine Entfernung vom Saturn beträgt über eine halbe Million geographischer Meilen, zehnmal so viel, als die Entfernung unseres Mondes von der Erde. Bei dem Jupiter ist der Abstand des äußersten (vierten) Trabanten nur 260000 Meilen; bei dem Uranus aber, falls der sechste Trabant wirklich vorhanden ist, erreicht er 340000 Meilen. Vergleicht man in jedem dieser untergeordneten Systeme das Volum des Hauptplaneten mit der Entfernung der äußersten Bahn, in welcher sich ein Mond gebildet hat, so erscheinen ganz andere numerische Verhältnisse. In Halbmessern des Hauptplaneten ausgedrückt, sind die Distanzen der letzten Trabanten bei Uranus, Saturn und Jupiter wie 91, 64 und 27. Der äußerste Saturnstrabant erscheint dann nur um ein Geringes (1/15) vom Centrum des Saturn entfernter, als unser Mond

*) Wenn der Halbmesser des Mondes nach Burckhardt's Bestimmung 0,2725 und sein Volum 1/49,09 ist, so ergiebt sich seine Dichtigkeit 0,5596, nahe 5/9. Vergl. auch Wilh. Beer und H. Mädler, der Mond S. 2 und 10, wie Mädler, Astr. S. 157. Der körperliche Inhalt des Mondes ist nach Hansen nahe an 1/54 (nach Mädler 1/49,6) des körperlichen Inhalts der Erde, seine Masse 1/87,73 der Masse der Erde. Bei dem größten aller Jupiterstrabanten, dem dritten, sind die Verhältnisse zum Hauptplaneten im Volum 1/15370; in der Masse 1/11300. Ueber die Abplattung des Uranus s. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 493.

von der Erde. Der einem Hauptplaneten nächste Trabant ist zweifelsohne der erste oder innerste des Saturn, welcher dazu noch das einzige Beispiel eines Umlaufes von weniger als 24 Stunden darbietet. Seine Entfernung vom Centrum des Hauptplaneten beträgt nach Mädler und Wilhelm Beer, in Halbmessern des Saturn ausgedrückt, 2,47; in Meilen 20022. Der Abstand von der Oberfläche des Hauptplaneten kann daher nur 11876, der Abstand von dem äußersten Rande des Ringes nur 1229 Meilen betragen. Ein Reisender versinnlicht sich gern einen so kleinen Raum, indem er an den Ausspruch eines kühnen Seemannes, Capitän Beechey erinnert, der erzählt, daß er in drei Jahren 18200 geographische Meilen zurückgelegt habe. Wenn man nicht die absoluten Entfernungen, sondern die Halbmesser der Hauptplaneten zum Maaße anwendet, so findet man, daß selbst der erste oder nächste Jupitersmond, welcher dem Centrum des Planeten 6500 Meilen ferner, als der Mond der Erde, liegt, von dem Centrum seines Hauptplaneten nur um 6 Jupitershalbmesser absteht, während der Erdmond volle 60¼ Erdhalbmesser von uns entfernt ist.

In den untergeordneten Systemen der Trabanten oder Nebenplaneten spiegeln sich übrigens, ihrer Beziehung nach, zum Hauptplaneten und unter einander, alle Gravitations-Gesetze ab, welche in dem die Sonne umkreisenden Hauptplaneten walten. Die zwölf Monde des Saturn, Jupiter und der Erde bewegen sich alle, wie die Hauptplaneten, von Westen nach Osten, und in elliptischen Bahnen, die überaus wenig von Kreisbahnen abweichen. Nur der Erdmond und wahrscheinlich der erste und innerste Saturnstrabant (0,068) haben eine Excentricität, welche größer ist als die des Jupiter; bei dem von Bessel so genau beobachteten sechsten Saturnstrabanten (0,029) überwiegt sie die Excentricität der Erde. An der äußersten Grenze des Planetensystems, wo die Centralkraft der Sonne in 19 Erdweiten schon beträchtlich gemindert ist, zeigt das freilich noch wenig ergründete System der Uranusmonde die auffallendsten Contraste. Statt daß alle anderen Monde, wie die Planetenbahnen, wenig gegen die Ecliptic geneigt sind, und sich, die Saturnsringe (gleichsam verschmolzene oder ungetheilte Trabanten) nicht abgerechnet, von Westen nach Osten bewegen, so stehen die Uranusmonde fast senkrecht auf der Ecliptic, bewegen sich aber wie Sir John Herschel durch vieljährige Beobachtungen bestätigt hat, rückläufig von Osten nach Westen. Wenn Haupt- und Nebenplaneten sich durch Zusammenziehung der alten Sonnen- und Planeten-Atmosphären aus rotirenden Dunstringen gebildet haben, so muß in den Dunstringen, die um den Uranus kreisten, es sonderbare, uns unbekannte Verhältnisse der Retardation oder des Gegenstoßes gegeben haben, um genetisch eine solche der Rotation des Centralkörpers entgegengesetzte Richtung der Umlaufsbewegung in dem zweiten und vierten Uranustrabanten hervorzurufen.

Bei allen Nebenplaneten ist höchst wahrscheinlich die Rotationsperiode der Periode des Umlaufs um den Hauptplaneten gleich, so daß sie alle immerdar dem letzteren dieselbe Seite zuwenden. Ungleichheiten als Folge kleiner Veränderungen im Umlaufe verursachen indeß Schwankungen von 6 bis 8 Grad (eine scheinbare Libration) sowohl in Länge als in Breite. So sehen wir z. B. nach und nach vom Erdmonde mehr als die Hälfte seiner Oberfläche, bald etwas mehr vom östlichen und nördlichen, bald etwas mehr vom westlichen oder südlichen Mondrande. Durch die Libration*) werden uns sichtbarer das Ringgebirge Malapert, welches bisweilen den Südpol des Mondes bedeckt, die arctische Landschaft um den Kraterberg Gioja, wie die große graue Ebene nahe dem Endymion, welche in Flächeninhalt das Mare Vaporum übertrifft. Ueberhaupt bleiben 3/7 der Oberfläche gänzlich, und, wenn nicht neue, unerwartet störende Mächte eindringen, auf immer unseren Blicken entzogen. Diese kosmischen Verhältnisse mahnen unwillkührlich an fast gleiche in der intellectuellen Welt, an die Ergebnisse des Denkens, wo in dem Gebiete der

---

*) Beer und Mädler a. a. O. §. 185 S. 208, und §. 347 S. 332. Dieselben Verf., Phys. Kenntniß der himml. Körper S. 4 und 69. Tab. I.

tiefen Forschung über die dunkele Werkstätte der Natur und die schaffende Urkraft es ebenfalls abgewandte, unerreichbar scheinende Regionen giebt, von denen sich seit Jahrtausenden dem Menschengeschlechte von Zeit zu Zeit, bald in wahrem, bald in trügerischem Lichte erglimmend, ein schmaler Saum gezeigt hat.

Wir haben bisher betrachtet, als Producte Einer Wurfkraft und durch enge Bande der gegenseitigen Anziehung an einander gefesselt, die Hauptplaneten, ihre Trabanten und die Gewölbsformen concentrischer Ringe, die wenigstens einem der äußersten Planeten zugehören. Es bleibt uns noch übrig, unter den um die Sonne in eigenen Bahnen kreisenden und von ihr erleuchteten Weltkörpern die ungezählte Schaar der Cometen zu nennen. Wenn man eine gleichmäßige Vertheilung ihrer Bahnen, die Grenze ihrer Perihelien (Sonnennähen), und die Möglichkeit ihres Unsichtbarbleibens für die Erdbewohner nach den Regeln der Wahrscheinlichkeits-Rechnung abwägt, so findet man eine Zahl von Myriaden, über welche die Einbildungskraft erstaunt. Schon Kepler sagt mit der ihm eigenen Lebendigkeit des Ausdrucks: es gebe in den Welträumen mehr Cometen als Fische in den Tiefen des Oceans. Indeß sind der berechneten Bahnen kaum noch 150, wenn die Zahl der Cometen, über deren Erscheinung und Lauf durch bekannte Sternbilder man mehr oder minder rohe Andeutungen hat, auf sechs- oder siebenhundert geschätzt werden kann. Während die sogenannten classischen Völker des Occidents, Griechen und Römer, wohl bisweilen den Ort angeben, wo ein Comet zuerst am Himmel gesehen ward, nie etwas über seine scheinbare Bahn, so bietet die reiche Literatur der naturbeobachtenden, alles aufzeichnenden Chinesen umständliche Notizen über die Sternbilder dar, welche jeglicher Comet durchlief. Solche Notizen reichen bis mehr denn fünf Jahrhunderte vor der christlichen Zeitrechnung hinauf, und viele derselben werden noch heute*) von den Astronomen benutzt.

Von allen planetarischen Weltkörpern erfüllen die Cometen, bei der kleinsten Masse (nach einzelnen bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich weit unter $^1/_{5000}$ der Erdmasse), mit ihren oft viele Millionen Meilen langen und weit ausgebreiteten Schweifen den größten Raum. Der lichtreflectirende Dunstkegel, den sie ausstrahlen, ist bisweilen (1680 und 1811) so lang gefunden worden, als die Entfernung der Erde von der Sonne, eine Linie, welche zwei Planetenbahnen, die der Venus und des Merkur, schneidet. Es ist selbst wahrscheinlich, daß in den Jahren 1819 und 1823 unsre Atmosphäre mit dem Dunste der Cometenschweife gemischt war.

Die Cometen selbst zeigen so mannigfaltige Gestalten, oft mehr dem Individuum als der Art angehörend, daß die Beschreibung einer dieser reisenden Lichtwolken (so nannten sie schon Xenophanes und Theon von Alexandrien, der Zeitgenosse des Pappus) nur mit Vorsicht auf eine andere angewendet werden kann. Die schwächsten telescopischen Cometen sind meist ohne sichtbaren Schweif, und gleichen den Herschel'schen Nebelsternen. Sie bilden rundliche, matt schimmernde Nebel, mit concentrirterem Lichte gegen die Mitte. Das ist der einfachste Typus, aber darum eben so wenig ein rudimentärer Typus, als der eines durch Verdampfung erschöpften, alternden Weltkörpers. In den größeren Cometen unterscheidet man den Kopf oder sogenannten Kern, und einen einfachen oder vielfachen Schweif, den die chinesischen Astronomen sehr charakteristisch den Besen (sui) nennen. Der Kern hat der Regel nach keine bestimmte Begrenzung, ob er gleich in seltenen Fällen wie ein Stern erster und zweiter Größe, ja bei den großen Cometen von 1402, 1532, 1577, 1744

---

*) Die vier ältesten Cometen, deren Bahn hat berechnet werden können, und zwar nach chinesischen Beobachtungen, sind die von 240 (unter Gordian III.), 539 (unter Justinian), 565 und 837. Während daß dieser letzte Comet, der nach Du Séjour 24 Stunden lang weniger als 500,000 Meilen von der Erde entfernt war, Ludwig den Frommen dermaßen erschreckte, daß er durch Stiftung von Klöstern einer drohenden Gefahr zu entgehen hoffte; verfolgten die chinesischen Astronomen ganz wissenschaftlich die Bahn des Gestirns, dessen 60° langer Schweif bald einfach, bald getheilt erschien. Der erste Comet, welcher nach europäischen Beobachtungen allein hat berechnet werden können, ist der von 1456 (der Halley'sche in der Erscheinung, welche man lange, aber mit Unrecht, für die erste, sicher bestimmte gehalten hat.) Arago im Annuaire 1836 p. 204. Laugier in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

und 1843 selbst am Tage bei hellem Sonnenschein*), ist leuchtend gesehen worden. D
letztere Umstand zeugt demnach bei einzelnen Individuen für eine dichtere, intensiver L
reflexion fähige Masse. Auch erschienen in Herschels großen Telescopen nur zwei Com
der in Sicilien entdeckte von 1807 wie der schöne von 1811, als wohlbegrenzte S
ben†), die eine unter einem Winkel von 1″, die andere von 0″,77, woraus sich der
liche Durchmesser von 134 und 107 Meilen ergeben würde. Die minder bestimmt umgren
Kerne der Cometen von 1798 und 1805 gaben gar nur 6 bis 7 Meilen Durchmesser.
mehreren genau untersuchten Cometen, besonders bei dem eben genannten und so lange
henen von 1811, war der Kern und die neblige Hülle, welche ihn umgab, durch
dunkleren Raum vom Schweife gänzlich getrennt. Die Intensität des Lichtes im K
der Cometen ist nicht gleichmäßig bis in das Centrum zunehmend; stark leuchtende Z
sind mehrfach durch concentrische Nebelhüllen getrennt. Die Schweife haben sich ge
bald einfach, bald doppelt, doch selten, und (1807 und 1843) von sehr verschiedener L
der beiden Zweige; einmal sechsfach, 1744 (bei 60° Oeffnung); gerade oder gekrüm
sei es zu beiden Seiten, nach außen (1811), oder convex gegen die Seite hin (1618),
hin der Comet sich bewegt; auch wohl gar flammenartig geschwungen. Sie sind, wie (
Eduard Biot) die chinesischen Astronomen schon im Jahr 837 bemerkten, in Europa
Fracastoro und Peter Apian erst im sechzehnten Jahrhunderte auf eine bestimmtere W
verkündigten, stets von der Sonne dergestalt abgewandt, daß die verlängerte Achse
das Centrum der Sonne geht. Man kann die Ausströmungen als conoidische Hüllen
dickerer oder dünnerer Wandung betrachten, eine Ansicht, durch welche sehr auffal
optische Erscheinungen mit Leichtigkeit erklärt werden.

Die einzelnen Cometen sind aber nicht bloß ihrer Form nach so charakteristisch ver
den (ohne allen sichtbaren Schweif, oder mit einem von 104° Länge, wie im dritten
Jahres 1618); wir sehen sie auch in schnell auf einander folgenden, veränderlichen
staltungsprocessen begriffen. Dieser Formenwechsel ist am genauesten und vortreffli
an dem Cometen von 1744 von Heinsius in Petersburg, und an dem Halley'schen C
ten bei seiner letzten Wiedererscheinung im Jahre 1835 von Bessel in Königsberg
schrieben worden. An dem der Sonne zugekehrten vorderen Theile des Kerns wurde
mehr oder minder büschelförmige Ausströmung sichtbar. Die rückwärts gekrümmten S
len bildeten einen Theil des Schweifes. „Der Kern des Halley'schen Cometen und
Ausströmungen gewährten das Ansehen einer brennenden Rakete, deren Schweif
Zugwind seitwärts abgelenkt wird." Die vom Kopf ausgehenden Strahlen haben
Arago und ich, auf der Pariser Sternwarte in auf einander folgenden Nächten sehr
schiedenartig gestaltet‡) gesehen. Der große Königsberger Astronom schloß aus vielfäl
Messungen und theoretischen Betrachtungen: „daß der ausströmende Lichtkegel sich vo
Richtung nach der Sonne sowohl rechts als links beträchtlich entfernte, immer aber w
zu dieser Richtung zurückkehrte, um auf die andere Seite derselben überzugehen; da
ausströmende Lichtkegel daher, so wie der Körper des Cometen selbst, der ihn ausstöß
erzeugt, eine drehende oder vielmehr eine schwingende Bewegung in der Ebene der B
erlitt." Er findet, „daß die gewöhnliche Anziehungskraft der Sonne, die sie auf sch

---

*) Arago im Ann. 1832 p. 209—211. Sowie bei hellem Sonnenschein der Schweif des Cometen von 1402 gesehen wurde, so sind auch vom letzten großen Cometen von 1843 Kern und Schweif am 28. Februar in Nordamerika (laut J. G. Clarke zu Portland im Staat Maine) zwischen 1 und 3 Uhr Nachmittags sichtbar gewesen. Man konnte Abstände des sehr dichten Kerns vom Sonnenrande mit vieler Genauigkeit messen. Kern und Schweif erschienen wie ein sehr reines, weißes Gewölk; nur zwischen dem Schweif und dem Kern war eine dunklere Stelle. Amer. Journ. of Science Vol. XLV. No. 1. p. 229. (Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 491 S. 175.)

†) Philos. Transact. for 1808 P. II. p. 15[…] for 1812 P. I. p. 118. Die von Herschel gefun[…] Durchmesser der Kerne waren 538 und 428 engl. […]len. Für die Dimension der Cometen von 179[…] 1805 s. Arago im Annuaire pour 1832 p. 20[…]

‡) Arago, des changemens physiques de l[…]mète de Halley du 15—23 Oct. 1835 im Ann. […] p. 218—221. Die gewöhnlichere Richtung der […]strömungen war auch zu Nero's Zeiten bemerkt w[…] Comae radios solis effugiunt; Seneca Nat. Q[…] VII, 20.

Körper ausübt, zur Erklärung solcher Schwingungen nicht hinreiche, und ist der Ansicht, daß dieselben eine Polarkraft offenbaren, welche Einen Halbmesser des Cometen der Sonne zuwendet, den entgegengesetzten von ihr abzuwenden strebt. Die magnetische Polarität, welche die Erde besitze, biete etwas analoges dar; und sollten sich die Gegensätze dieser tellurischen Polarität auf die Sonne beziehen, so könne sich ein Einfluß davon in der Vorrückung der Nachtgleichen zeigen." Es ist hier nicht der Ort, die Gründe näher zu entwickeln, auf welche Erklärungen gestützt worden sind, die den Erscheinungen entsprechen; aber so denkwürdige Beobachtungen*), so großartige Ansichten über die wunderbarste Classe aller Weltkörper, die zu unserm Sonnensystem gehören, durften in diesem Entwurf eines allgemeinen Naturgemäldes nicht übergangen werden.

Ohnerachtet der Regel nach die Cometenschweife in der Sonnennähe an Größe und Glanz zunehmen und von dem Centralkörper abgewendet liegen, so hat doch der Comet von 1823 das denkwürdige Beispiel von zwei Schweifen gegeben, deren einer der Sonne zu-, der andere von ihr abgewandt war, und die unter einander einen Winkel von 160° bildeten. Eigene Modificationen der Polarität und die ungleichzeitige Vertheilung und Leitung derselben können in diesem seltenen Falle zweierlei, ungehindert fortgesetzte Ausströmungen der nebligen Materie verursacht haben.†)

In der Naturphilosophie des Aristoteles wird durch solche Ausströmungen die Erscheinung der Cometen mit der Existenz der Milchstraße in eine sonderbare Verbindung gebracht. Die zahllose Menge von Sternen, welche die Milchstraße bilden, geben eine sich selbst entzündende (leuchtende) Masse her. Der Nebelstreif, der das Himmelsgewölbe theilt, wird daher von dem Stagiriten wie ein großer Comet betrachtet, der sich unaufhörlich von neuem‡) erzeugt.

Bedeckungen der Fixsterne von dem sogenannten Kern eines Kometen oder seinen nächsten dunstförmigen Hüllen können Licht über die physische Beschaffenheit dieser wunderbaren Weltkörper verbreiten; aber es fehlt an Beobachtungen, welche die sichere Ueberzeugung||) gewähren, daß die Bedeckung vollkommen central gewesen sei; denn, wie wir bereits oben bemerkt, in dem Kerne nahe liegenden Theile der Hülle wechseln concentrische Schalen von dichtem und undichtem Dunste. Dagegen ist es keinem Zweifel unterworfen,

---

*) Bessel in Schum. Astr. Nachr. 1836 No. 300—302. S. 188, 192, 197, 200, 202 und 230. Derselbe in Schum. Jahrb. 1837 S. 149—168. William Herschel glaubt auch in seinen Beobachtungen des schönen Cometen von 1811 Beweise der Rotation des Kerns und Schweifes (Philos. Transact. for 1812 P. I. p. 140) gefunden zu haben, ebenfalls Dunlop im dritten Cometen von 1825 zu Paramatta.

†) Bessel in Astr. Nachr. 1836 Nr. 302. S. 231. Schum. Jahrb. 1837 S. 175.) Vergl. auch Lehmann über Cometenschweife in Bode's Astron. Jahrb. für 1826 S. 168.

‡) Aristot. Meteor I. 8, 11—14 und 19—21 (ed. Ideler T. I. p. 32—34). Biese, Phil. des Aristoteles Bd. II. S. 86. Bei dem Einflusse, den Aristoteles auf das ganze Mittelalter ausgeübt hat, ist es unendlich zu bedauern, daß er den großen und der Wahrheit mehr genäherten Ansichten vom Weltbau, welche die älteren Pythagoreer hatten, so abhold war. Er erklärt die Cometen für vergängliche, unserer Atmosphäre zugehörige Meteore in demselben Buche, in welchem er die Meinung der Pythagoreischen Schule anführt (Aristot. I. 6, 2), nach der die Cometen Planeten von langem Umlauf sind. Diese Lehre der Pythagoreer, welche nach dem Zeugniß des Apollonius Myndius noch viel älter bei den Chaldäern war, ging zu den immer nur wiederholenden Römern über. Der Myndier beschreibt die Bahn der Cometen als eine weit in die oberen Himmelsräume abführende. Daher Seneca (Nat. Quaest. VII, 17): Cometes non est species falsa, sed proprium sidus sicut solis et lunae: altiora mundi secat et tunc demum apparet, quum in imum cursum sui venit; und (VII, 27): Cometas aeternos esse et sortis ejusdem, cujus caetera (sidera), etiamsi faciem illis non habent similem. Plinius (II. 25) spielt ebenfalls auf den Apollonius Myndius an, wenn er sagt: Sunt, qui et haec sidera perpetua esse credant suoque ambitu ire, sed non nisi relicta a sole cerni.

||) Olbers in den Astr. Nachr. 1828 S. 157 und 184. Arago de la constitution physique des comètes im Annuaire de 1832 p. 203—208. Schon den Alten war es auffallend, daß man durch die Cometen wie durch eine Flamme sehen kann. Das älteste Zeugniß von den durch Cometen gesehenen Sternen ist das des Democritus (Aristot. Meteor. I. 6. 11). Diese Angabe führt Aristoteles zu der nicht unwichtigen Bemerkung, daß er selbst die Bedeckung eines der Sterne der Zwillinge durch Jupiter beobachtete. Seneca erwähnt bestimmt nur der Durchsichtigkeit des Schweifes. „Man sieht," sagt er, „Sterne durch den Cometen, wie durch ein Gewölk (Nat. Quaest. VII, 18); man sieht aber nicht durch den Körper selbst des Cometen, sondern durch die Strahlen des Schweifes: non in ea parte, qua sidus ipsum est spissi et solidi ignis, sed qua rarus splendor occurrit et in crines dispergitur. Per intervalla ignium, non per ipsos, vides" (VII, 26). Der letzte Zusatz ist überflüssig, da man allerdings, wie schon Galilei im Saggiatore (Lettera a Monsignor Cesarini 1619) untersuchte, durch eine Flamme sieht, wenn sie nicht eine zu große Dicke hat.

daß am 29. September 1835, nach Bessel's sorgfältigsten Messungen, das Licht eines Sternes zehnter Größe, der in 7",78 Entfernung von dem Mittelpunkt des Kopfes des Halley'schen Cometen durch einen sehr dichten Nebel durchging, während dieses Durchganges durch alle Theile des Nebels nicht von seiner geradlinigen Bewegung*) abgelenkt wurde. Ein solcher Mangel von strahlenbrechender Kraft, wenn er wirklich dem Centrum des Kernes zukommt, macht es schwer, den Cometenstoff für eine gasförmige Flüssigkeit zu halten. Ist derselbe alleinige Folge der fast unendlichen Dünnigkeit einer Flüssigkeit? oder besteht der Comet „aus getrennten Theilchen," ein kosmisches Gewölk bildend, das den durchgehenden Lichtstrahl nicht mehr afficirt, als die Wolken unsrer Atmosphäre, welche ebenfalls nicht die Zenithdistanzen der Gestirne oder der Sonnenränder verändern? Bei dem Vorübergange der Cometen vor einem Sterne ist oft eine mehr oder minder beträchtliche Schwächung ihres Lichts bemerkt worden. Man schreibt sie mit vielem Rechte dem hellen Grunde zu, von dem während der Bedeckung die Sterne sich abzuheben scheinen.

Die wichtigste und entscheidendste Beobachtung, welche über die Natur des Cometenlichtes gemacht worden, verdanken wir Arago's Polarisations-Versuchen. Sein Polariscop belehrt uns über die physische Constitution der Sonne, wie über die der Cometen; das Instrument deutet an, ob ein Lichtstrahl, der aus einer Entfernung von vielen Millionen Meilen zu uns gelangt, directes oder reflectirtes Licht ist, ob im ersten Falle die Lichtquelle ein fester und tropfbar flüssiger oder ein gasförmiger Körper ist. Es wurden auf der Pariser Sternwarte in demselben Apparat das der Capella und das Licht des großen Cometen von 1819 untersucht. Das letztere zeigte polarisirtes, also zurückgeworfenes Licht, während der Fixstern sich, wie zu vermuthen stand, als eine selbstleuchtende Sonne †) erwies. Das Dasein des polarisirten Cometenlichtes verkündigte sich aber nicht bloß durch Ungleichheit der Bilder; es wurde bei der Wiedererscheinung des Halley'schen Cometen im Jahr 1835 noch sicherer durch den auffallenderen Contrast der Complementarfarben, nach der von Arago im Jahr 1811 entdeckten chromatischen Polarisation, begründet. Ob außer diesem reflectirten Sonnenlichte die Cometen nicht auch eigenes Licht haben, bleibt durch jene schönen Versuche noch unentschieden. Auch in eigentlichen Planeten, der Venus z. B., ist eine selbstständige Lichtentwicklung sehr wahrscheinlich.

Die veränderliche Lichtstärke der Cometen ist nicht immer aus der Stellung in ihrer Bahn und aus ihrer Entfernung von der Sonne zu erklären. Sie deutet gewiß bei einzelnen Individuen auf innere Processe der Verdichtung und erhöhten oder geminderten Reflexionsfähigkeit des erborgten Lichtes. Bei dem Cometen von 1618, wie bei dem von dreijährigem Umlauf haben Hevelius und, nach langer Nichtbeachtung des merkwürdigen Phänomens, der talentvolle Astronom Valz zu Nismes den Kern in der Sonnennähe verkleinert, in der Sonnenferne vergrößert gefunden. Die Regelmäßigkeit der Veränderung des Volums nach Maßgabe des Abstandes von der Sonne ist überaus auffallend. Die physische Erklärung der Erscheinung darf wohl nicht in den bei größerer Sonnennähe condensirteren

---

*) Bessel in den Astron. Nachr. [illegible] Nr. 3[illegible]1. S. [illegible]. Struve [illegible] Mém. de [illegible] und Astr. Nachr. [illegible] S. [illegible] [illegible] Kern [illegible] Sterne [illegible]

†) [illegible] Polarisation [illegible] Jahre [illegible] des großen Cometen [illegible] und [illegible] Lichtstärke [illegible] empfing, [illegible] nahe und in gleicher Höhe stand, waren die Bilder von gleicher Intensität. Als der Halley'sche Comet erschien, im Jahr 1835, wurde der Apparat so abgeändert, daß er nach der von Arago entdeckten chromatischen Polarisation zwei Bilder von Complementar-Farben (grün und roth) gab. Annales de Chimie T. XIII. p. 108. Annuaire 1832 p. 216. „On doit conclure," sagt Arago, „de l'ensemble de ces observations que la lumière de la comète n'était pas en totalité composée de rayons doués des propriétés de la lumière directe, propre ou assimilée: il s'y trouvait de la lumière réfléchie spéculairement ou polarisée, c'est-à-dire venant du soleil. On ne peut assurer d'une manière absolue que les comètes brillent seulement d'un éclat d'emprunt. En effet en devenant lumineux par eux-mêmes, les corps ne perdent pas pour cela la faculté de réfléchir des lumières étrangères."

Schichten des Weltäthers gesucht werden, da es schwierig ist, sich die Dunsthülle des Cometenkerns blasenartig, dem Weltäther undurchdringlich vorzustellen *).

Die so verschiedenartige Excentricität der elliptischen Cometenbahnen hat in neueren Zeiten (1819) zu einer glänzenden Bereicherung unserer Kenntniß des Sonnensystems geleitet. Encke hat die Existenz eines Cometen von so kurzer Umlaufszeit entdeckt, daß er ganz innerhalb unserer Planetenbahnen bleibt, ja seine größte Sonnenferne schon zwischen der Bahn der kleinen Planeten und der Jupitersbahn erreicht. Seine Excentricität ist demnach 0,845, wenn die der Juno (der größten Excentricität unter allen Planetenbahnen) 0,255 ist. Encke's Comet ist mehrmals, wenn gleich schwierig (in Europa 1819, in Neu-Holland nach Rümker 1822) dem bloßen Auge sichtbar geworden. Seine Umlaufszeit ist ungefähr von 3⅓ Jahren, aber aus der sorgfältigen Vergleichung der Wiederkehr zum Perihel hat sich die merkwürdige Thatsache ergeben, daß die Umläufe von 1786 bis 1838 sich auf die regelmäßigste Weise von Umlauf zu Umlauf verkürzt haben, nämlich in einem Zeitraum von 52 Jahren um 1 8/10 Tage. Eine so merkwürdige Erscheinung hat, um nach der sorgfältigsten Beachtung aller planetarischen Störungen Beobachtung und Rechnung in Einklang zu bringen, zu der sehr wahrscheinlichen Annahme einer in den Welträumen verbreiteten, Widerstand leistenden, dunstförmigen Materie geleitet. Die Tangentialkraft wird vermindert, und mit ihr die große Axe der Cometenbahn. Der Werth der Constante des Widerstandes scheint dazu etwas verschieden vor und nach dem Durchgang durch das Perihel, was vielleicht der in der Sonnennähe veränderten Form des kleinen Nebelsternes und der Einwirkung der ungleich dichten Schichten des Weltäthers zuzuschreiben ist †). Diese Thatsachen und ihre Ergründung gehören zu den interessantesten Ergebnissen der neueren Sternkunde. Wenn außerdem der Comet von Encke früher den Anstoß gegeben hat, die für alle Störungsrechnungen so wichtige Masse Jupiters einer schärferen Prüfung zu unterwerfen, so hat uns auch sein Lauf später die erste, wiewohl nur genäherte Bestimmung einer verminderten Merkursmasse verschafft.

Zu dem ersten Cometen von kurzer Umlaufszeit, Encke's Cometen von 3⅓ Jahren, hat sich bald, 1826, ein zweiter, ebenfalls planetarischer, gesellt, dessen Sonnenferne jenseits Jupiters, doch weit diesseits der Saturnbahn liegt. Biela's Comet hat eine Umlaufszeit von 6¾ Jahren. Er ist noch lichtschwächer als der von Encke, und rechtläufig in seiner Bewegung, wie dieser, während der Halley'sche Comet der Richtung aller eigentlichen Planeten entgegen kreiset. Er hat das erste sichere Beispiel eines unsere Erdbahn schneidenden Cometen dargeboten. Die Bahn des Biela'schen Cometen ist daher eine Bahn, die Gefahr bringen kann, wenn man jedes außerordentliche, in historischen Zeiten noch nicht erlebte und in seinen Folgen nicht mit Gewißheit zu bestimmende Naturphänomen gefahrbringend nennen soll. Kleine Massen, mit ungeheurer Geschwindigkeit begabt, können allerdings eine beträchtliche Kraft ausüben; aber wenn Laplace erweist, daß dem Cometen von 1770 eine Masse zuzuschreiben ist, die 1/5000 der Masse der Erde noch nicht erreicht, so setzt er sogar im allgemeinen die mittlere Masse der Cometen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit tief unter 1/100000 der Erdmasse (ungefähr 1/1200 der Mondmasse) herab ‡). Man muß den Durchgang von Biela's Comenten durch unsere Erdbahn nicht mit seinem Zusammentreffen mit der Erde oder seiner Nähe zu derselben verwechseln. Als am 29. October 1832 der Durchgang erfolgte, brauchte die Erde noch einen vollen Monat, um an den Durchschnittspunkt beider Bahnen zu gelangen. Die zwei Cometen von kurzer Umlaufszeit schneiden sich auch unter einander in ihren Bahnen; und man hat mit Recht bemerkt ||), daß bei den vielen Störungen, welche so kleine Weltkörper von den Planeten

*) Arago im Ann. 1832 p. 217—220. Sir John Herschel, Astron. § 488.

†) Encke in den Astr. Nachr. 1843 Nr. 489. S. 130—132.

‡) Laplace, Exp. du Syst. du Monde p. 216 und 237.

||) Littrow, Beschreibende Astr. 1835 S. 274. Ueber den neuerlichst von Herrn Faye auf der Pariser

erleiden, sie *möglicherweise*, wenn die Begegnung sich um die Mitte des Octobers ereignen sollte, dem Erdbewohner das wunderbare kosmische Schauspiel des Kampfes, d. h. einer wechselseitigen Durchdringung, oder einer Agglutination, oder einer Zerstörung durch erschöpfende Ausströmung gewähren *könnten*. Solcher Ereignisse, Folgen der Ablenkung durch störende Massen oder sich primitiv kreuzender Bahnen, mag es seit Millionen von Jahren in der Unermeßlichkeit ätherischer Räume viele gegeben haben, — isolirte Begebenheiten, so wenig allgemein wirkend oder weltumgestaltend, als es in den engen irdischen Kreisen der Ausbruch oder Einsturz eines Vulkanes sind.

Ein dritter innerer Comet von kurzer Umlaufszeit ist der im vorigen Jahre (22. November 1843) auf der Pariser Sternwarte von *Faye* entdeckte. Seine elliptische Bahn kommt der kreisförmigen weit näher als die irgend eines bisher bekannten Cometen. Sie ist eingeschlossen zwischen den Bahnen von Mars und Saturn. *Faye's Comet*, der nach Goldschmidt noch über die Jupitersbahn hinausgeht, gehört also zu den sehr wenigen, deren Sonnennähe jenseits des Mars gefunden worden ist. Seine Umlaufszeit ist von $7^{29}/_{100}$ Jahren, und die Form seiner jetzigen Bahn verdankt er vielleicht seiner großen Annäherung an den Jupiter zu Ende des Jahres 1839.

Wenn wir die Cometen in ihren geschlossenen elliptischen Bahnen als Glieder unsres Sonnensystems nach der Länge der großen Axe, nach dem Maaße ihrer Excentricität und der Dauer ihres Umlaufs betrachten, so stehen wahrscheinlich den drei planetarischen Cometen von Encke, Biela und Faye in der Umlaufszeit am nächsten: der von Messier entdeckte Comet von 1766, den Clausen für identisch mit dem dritten Cometen von 1819 hält; und der vierte desselben Jahres, der, durch Blanpain entdeckt, aber von Clausen für identisch mit dem Cometen von 1743 gehalten, wie der Lexell'sche, große Veränderungen seiner Bahn durch Nähe und Anziehung des Jupiter erlitten hat. Diese zwei letztgenannten Cometen scheinen ebenfalls eine Umlaufszeit von nur 5 bis 6 Jahren zu haben, und ihre Sonnenfernen fallen in die Gegend der Jupitersbahn. Von 70- bis 76jährigem Umlaufe sind der für Theorie und physische Astronomie so wichtig gewordene Halley'sche Comet, dessen letzte Erscheinung (1835) weniger glänzend war, als man nach den früheren hätte vermuthen dürfen, der Comet von Olbers (6. März 1815) und der im Jahre 1812 von Pons entdeckte, dessen elliptische Bahn von Encke bestimmt ward. Beide letztere sind dem bloßen Auge unsichtbar geblieben. Von dem großen Halley'schen Cometen kennen wir nun schon mit Gewißheit die neunmalige Wiederkehr, da durch Laugier's Rechnungen*) neuerlich erwiesen worden ist, daß in der von Eduard Biot gelieferten chinesischen Cometen-Tafel die Bahn des Cometen von 1378 mit der des Halley'schen identisch ist. Die Umlaufszeit des letzteren hat von 1378 bis 1835 geschwankt zwischen 74,91 und 77,58 Jahren: das Mittel war 76,1.

Mit den eben genannten Weltkörpern contrastirt eine Schaar anderer Cometen, welche mehrere tausend Jahre zu ihrem nur schwer unsicher zu bestimmenden Umlauf brauchen. So bedarf der schöne Comet von 1811 nach Argelander 3065, der furchtbar große von 1680 nach Encke über 8800 Jahre. Diese Weltkörper entfernen sich also von der Sonne 21 und 44mal weiter als Uranus, d. i. 8400 und 17600 Millionen Meilen. In so ungeheurer Entfernung wirkt noch die Anziehungskraft der Sonne; aber freilich legt der Comet von 1680 in der Sonnennähe 53 Meilen (über zwölfmal hunderttausend Fuß), d. i. dreizehnmal mehr als die Erde, in der Sonnenferne kaum 10 Fuß in der Secunde zurück. Das ist nur dreimal mehr als die Geschwindigkeit des Wassers in unsern trägsten europäischen Flüssen; es ist die halbe Geschwindigkeit, welche ich in einem Arm des Orinoco, dem

---

Sternwarte entdeckten inneren Cometen, dessen Excentricität 0,551, perihelische Distanz 1,690 und aphelische Distanz 5,832 sind, s. Schum. Astron. Nachr. 1844 Nr. 495. (Ueber die vermuthete Identität des Cometen von 1766 mit dem dritten Cometen von 1819 s. Astr. Nachr. 1833 Nr. 239; über die Identität des Cometen von 1743 und des vierten Cometen von 1819 s. ebendas. Nr. 237.)

*) *Laugier* in den Comptes rendus des Séances de l'Acad. 1843 T. XVI. p. 1006.

Cassiquiare, gefunden habe. Unter der zahllosen Menge unberechneter oder nicht aufgefundener Cometen giebt es höchst wahrscheinlich viele, deren große Bahn-Axe die des Cometen von 1680 noch weit übertrifft. Um sich nun einigermaßen durch Zahlen einen Begriff zu machen, ich sage nicht von dem Attractionskreise, sondern von der räumlichen Entfernung eines Fixsternes, einer andern Sonne, von dem Aphelium des Cometen von 1680 (des Weltkörpers unseres Systems, der sich nach unserer jetzigen Kenntniß am weitesten entfernt), muß hier erinnert werden, daß nach den neuesten Parallaxen-Bestimmungen der uns nächste Fixstern noch volle 250mal weiter von unserer Sonne absteht, als der Comet in seiner Sonnenferne. Diese beträgt nur 44 Uranusweiten, wenn α des Centauren 11000, und mit noch größerer Sicherheit, nach Bessel, 61 des Schwans 31000 Uranusweiten abstehen.

Nach der Betrachtung der größten Entfernung der Cometen von dem Centralkörper bleibt uns übrig, die Beispiele der bisher gemessenen größten Nähe anzuführen. Den geringsten Abstand eines Cometen von der Erde hat der durch die Störungen, die er von Jupiter erlitten, so berühmt gewordene Lexell-Burkardt'sche Comet von 1770 erreicht. Er stand am 28. Junius nur um sechs Mondfernen von der Erde ab. Derselbe Comet ist zweimal, 1767 und 1779, durch das System der vier Jupitersmonde gegangen, ohne die geringste merkbare Veränderung in ihrer, so wohl ergründeten Bahn hervorzubringen. Acht bis neunmal näher, als der Lexell'sche Comet der Erde kam, ist aber der große Comet von 1680 in seinem Perihelium der Oberfläche der Sonne gekommen. Er stand am 17. December nur um den sechsten Theil des Sonnendurchmessers ab, d. i. 7/10 einer Monddistanz. Perihele, welche die Marsbahn überschreiten, sind wegen Lichtschwäche ferner Cometen für den Erdbewohner überaus selten zu beobachten, und von allen bisher berechneten Cometen ist der von 1729 der einzige, welcher in die Sonnennähe trat mitten zwischen der Pallas- und Jupitersbahn, ja bis jenseits der letzteren beobachtet werden konnte.

Seitdem wissenschaftliche Kenntnisse, einige gründliche neben vielen unklaren Halbkenntnissen in größere Kreise des geselligen Lebens eingedrungen sind, haben die Besorgnisse vor den wenigstens möglichen Uebeln, mit denen die Cometen-Welt uns bedroht, an Gewicht zugenommen. Die Richtung dieser Besorgnisse ist eine bestimmtere geworden. Die Gewißheit, daß es innerhalb der bekannten Planetenbahnen wiederkehrende, unsere Regionen in kurzen Zeitabschnitten heimsuchende Cometen giebt; die beträchtlichen Störungen, welche Jupiter und Saturn in den Bahnen hervorbringen, wodurch unschädlich scheinende in Gefahr bringende Weltkörper verwandelt werden können; die unsere Erdbahn schneidende Bahn von Biela's Cometen; der kosmische Nebel, der als widerstrebendes, hemmendes Fluidum alle Bahnen zu verengen strebt; die individuelle Verschiedenheit der Cometenkörper, welche beträchtliche Abstufungen in der Quantität der Masse des Kernes vermuthen läßt; ersetzen durch Mannigfaltigkeit der Motive reichlich, was die früheren Jahrhunderte in der vagen Furcht vor brennenden Schwerdtern, vor einem durch Haarsterne zu erregenden allgemeinen Weltbrande zusammenfaßten.

Da die Beruhigungsgründe, welche der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entnommen werden, allein auf die denkende Betrachtung, auf den Verstand, nicht auf die dumpfe Stimmung der Gemüther und auf die Einbildungskraft wirken, so hat man der neueren Wissenschaft nicht ganz mit Unrecht vorgeworfen, daß sie Besorgnisse zu zerstören bemüht ist, die sie selbst erregt hat. Es liegt tief in der trüben Natur des Menschen, in einer ernsterfüllten Ansicht der Dinge, daß das Unerwartete, Außerordentliche nur Furcht, nicht Freude oder Hoffnung*) erregt. Die Wundergestalt eines großen Cometen, sein matter Nebelschimmer, sein plötzliches Auftreten am Himmelsgewölbe sind unter allen Erdzonen und

*) Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1833 S. 262—267. Ein nicht glücklicher Beweis von der Existenz heilbringender Cometen findet sich in Seneca, Nat. Quaest. VII, 17 und 21; der Philosoph spricht von dem Cometen, quem nos Neronis principatu laetissimo vidimus et qui cometis detraxit infamiam.

dem Volkssinne fast immer als eine neue, grauenvolle, der alten Verkettung des Bestehenden feindliche Macht erschienen. Da das Phänomen nur an eine kurze Dauer gebunden ist, so entsteht der Glaube, es müsse sich in den Weltbegebenheiten, den gleichzeitigen oder den nächstfolgenden, abspiegeln. Die Verkettung dieser Weltbegebenheiten bietet dann leicht etwas dar, was man als das verkündete Unheil betrachten kann. Nur in unserer Zeit hat sich seltsamerweise eine andere und heitrere Richtung des Volkssinnes offenbart. Es ist in deutschen Gauen, in den anmuthigen Thälern des Rheins und der Mosel einem jener lange geschmähten Weltkörper etwas Heilbringendes, ein wohlthätiger Einfluß auf das Gedeihen des Weinstocks, zugeschrieben worden. Entgegengesetzte Erfahrungen, an denen es in unserer cometenreichen Zeit nicht mangelt, haben den Glauben an jene meteorologische Mythe, an das Dasein wärmestrahlender Irrsterne nicht erschüttern können.

Ich gehe von den Cometen zu einer andern, noch viel räthselhafteren Classe geballter Materie, zu den kleinsten aller Asteroiden über, die wir in ihrem fragmentarischen Zustande, und in unsrer Atmosphäre angelangt, mit dem Namen der Aërolithen oder Meteorsteine bezeichnen. Wenn ich bei diesen, wie bei den Cometen, länger verweile, und Einzelheiten aufzähle, die einem allgemeinen Naturgemälde fremd bleiben sollten, so ist dies nur mit Absicht geschehen. Der ganz individuellen Charakterverschiedenheit der Cometen ist schon früher gedacht worden. Nach dem Wenigen, was wir bis jetzt von ihrer physischen Beschaffenheit wissen, ist es schwer, in einer Darstellung, wie sie hier gefordert wird, von wiederkehrenden, aber mit sehr ungleicher Genauigkeit beobachteten Erscheinungen das Gemeinsame aufzufassen, das Nothwendige von dem Zufälligen zu trennen. Nur die messende und rechnende Astronomie der Cometen hat bewundernswürdige Fortschritte gemacht. Bei diesem Zustande unsrer Kenntnisse muß eine wissenschaftliche Betrachtung sich auf die physiognomische Verschiedenheit der Gestaltung in Kern und Schweif, auf die Beispiele großer Annäherung zu andern Weltkörpern, auf die Extreme in dem räumlichen Verhältniß der Bahnen und in der Dauer der Umlaufszeiten beschränken. Naturwahrheit ist bei diesen Erscheinungen wie bei den nächstfolgenden nur durch Schilderung des Einzelnen und durch den lebendigen, anschaulichen Ausdruck der Wirklichkeit zu erreichen.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine sind mit großer Wahrscheinlichkeit als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende Massen zu betrachten, die im Weltraume nach den Gesetzen der allgemeinen Schwere in Kegelschnitten um die Sonne kreisen. Wenn diese Massen in ihrem Laufe der Erde begegnen und, von ihr angezogen, an den Grenzen unsrer Atmosphäre leuchtend werden, so lassen sie öfters mehr oder minder erhitzte, mit einer schwarzen glänzenden Rinde überzogene steinartige Fragmente herabfallen. Bei aufmerksamer Zergliederung von dem, was in den Epochen, wo Sternschnuppenschwärme periodisch fielen (in Cumana 1799, in Nordamerika 1833 und 1834), beobachtet wurde, bleibt es nicht erlaubt, die Feuerkugeln von den Sternschnuppen zu trennen. Beide Phänomene sind oft nicht bloß gleichzeitig und gemischt, sie gehen auch in einander über: man möge die Größe der Scheiben, oder das Funkensprühen, oder die Geschwindigkeiten der Bewegung mit einander vergleichen. Während die platzenden, Rauch ausstoßenden, selbst in der Tropenhelle des Tages*) alles erleuchtenden Feuerkugeln bis-

*) Einer meiner Freunde, der an genaue trigonometrische Messungen gewöhnt war, sah in Popayan, einer Stadt, die in 2° 26′ nördlicher Breite und in 5520 Fuß Höhe über dem Meere liegt, in der Mittagsstunde, bei hellem Sonnenschein und wolkenlosem Himmel, im Jahr 1788, sein ganzes Zimmer durch eine Feuerkugel erleuchtet. Er stand mit dem Rücken gegen das Fenster, und als er sich umdrehte, war noch ein großer Theil der von der Feuerkugel durchlaufenen Bahn vom hellsten Glanze. Ich würde mich gern in dem Naturgemälde, statt des widrigen Ausdruckes Sternschnuppe, der ebenfalls ächt deutschen Wörter Sternschuß oder Sternfall, (schwed. stjernfall, engl. star-shoot, ital. stella cadente) bedient haben, wenn ich es mir nicht in allen meinen Schriften zum Gesetz gemacht hätte, da, wo etwas Bestimmtes und allgemein Bekanntes zu bezeichnen ist, das Ungewöhnlichere zu vermeiden. Nach der rohen Volksphysik schneuzen und putzen sich die Himmelslichter. In der Waldgegend des Orinoco, an den einsamen Ufern des Cassiquiare, vernahm ich aus dem Munde der Eingebornen in der Mission Vasiva (Relation historique du Voy. aux Régions équinox. T. II. p. 513) noch unangenehmere Benennungen. Sternschnuppen wurden von ihnen Harn der Sterne,

weilen den scheinbaren Durchmesser des Mondes übertreffen, sind dagegen auch Sternschnuppen in zahlloser Menge von solcher Kleinheit gesehen worden, daß sie in der Form fortschreitender Punkte sich nur wie phosphorische Linien*) sichtbar machten. Ob übrigens unter den vielen leuchtenden Körpern, die am Himmel als sternähnliche Funken fortschießen, nicht auch einige ganz verschiedenartiger Natur sind, bleibt bis jetzt unentschieden. Wenn ich gleich nach meiner Rückkunft aus der Aequinoctialzone von dem Eindruck befangen war, als sei mir unter den Tropen, in den heißesten Ebenen, wie auf Höhen von zwölf- oder fünfzehntausend Fuß der Fall der Sternschnuppen häufiger, farbiger und mehr von langen glänzenden Lichtbahnen begleitet erschienen, wie in der gemäßigten und kalten Zone, so lag der Grund dieses Eindruckes wohl nur in der herrlichen Durchsichtigkeit der Tropen-Atmosphäre selbst†). Man sieht dort tiefer in den Dunstkreis hinein. Auch Sir Alexander Burnes rühmt in Bokhara, als Folge der Reinheit des Himmels, „das entzückende, immer wiederkehrende Schauspiel der vielen farbigen Sternschnuppen."

Der Zusammenhang der Meteorsteine mit dem größeren und glänzenderen Phänomen der Feuerkugeln, ja daß jene aus diesen niederfallen und bisweilen 10 bis 15 Fuß tief in die Erde eindringen, ist unter vielen anderen Beispielen durch die wohl beobachteten Aerolithenfälle zu Barbotan im Departement des Landes (24. Juli 1790), zu Siena (16. Juni 1794), zu Weston in Connecticut (14. December 1807) und zu Juvenas im Ardèche-Departement (15. Juni 1821) erwiesen worden. Andere Erscheinungen der Steinfälle sind die, wo die Massen aus einem sich bei heiterem Himmel plötzlich bildenden kleinen sehr dunkeln Gewölke, unter einem Getöse, das einzelnen Kanonenschüssen gleicht, herabgeschleudert werden. Ganze Landesstrecken finden sich bisweilen durch ein solches fortziehendes Gewölk mit Tausenden Fragmenten, sehr ungleicher Größe, aber gleicher Beschaffen-

---

und der Thau, welcher perlartig die schönen Blätter der Heliconien bedeckte, Speichel der Sterne genannt. Edeler und erfreulicher offenbart sich die symbolisirende Einbildungskraft in dem litthauischen Mythus von dem Wesen und der Bedeutung der Sternschnuppen. „Die Spinnerin, werpeja, beginnt den Schicksalsfaden des neugeborenen Kindes am Himmel zu spinnen, und jeder dieser Fäden endet in einen Stern. Naht nun der Tod des Menschen, so reißt sein Faden und der Stern fällt erbleichend zur Erde nieder." Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1843 S. 685.

*) Nach dem Berichte von Denison Olmsted, Prof. an Yale College zu New-Haven (Connecticut). S. Poggend, Annalen der Physik Bd. XXX. S. 194. Kepler, der „Feuerkugeln und Sternschnuppen aus der Astronomie verbannt, weil es nach ihm Meteore sind, die, aus den Ausdünstungen der Erde entstanden, sich dem hohen Aether beimischen," drückt sich im Ganzen sehr vorsichtig über sie aus. Stellae *cadentes*, sagt er, sunt materia viscida inflammata. Earum aliquae inter cadendum absumuntur, aliquae verè in terram cadunt, pondere suo tractae. Nec est dissimile vero, quasdam conglobatas esse ex materia foeculentâ, in ipsam auram aethereram immixta; exque aetheris regione, tractu rectilineo, per aerem trajicere, ceu minutos cometas, occultâ causa motus utrorumque. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae T. I. p. 80.

†) Relation historique T. I. p. 80, 213 und 527. Wenn man in den Sternschnuppen, wie in den Cometen, Kopf (Kern) und Schweif unterscheidet, so erkennt man an dem längeren und stärkeren Glanze des Schweifes die größere Durchsichtigkeit der Atmosphäre in der Tropenregion. Die Erscheinung braucht darum noch nicht häufiger zu sein, weil sie uns leichter sichtbar wird und sichtbar bleibt. Die Einwirkung der Beschaffenheit des Dunstkreises zeigt sich bei Sternschnuppen bisweilen auch in unserer gemäßigten Zone in sehr kleinen Entfernungen. Wartmann berichtet, daß in einem November-Phänomen an zwei einander ganz nahe gelegenen Orten, zu Genf und aux Planchettes, der Unterschied der gezählten Meteore wie 1 : 7 war (Wartmann, Mém. sur les étoiles filantes p. 17). Der Schweif der Sternschnuppen, über den Brandes so viele genaue und feine Beobachtungen angestellt hat, ist keinesweges der Fortdauer des Lichtreizes auf der Netzhaut zuzuschreiben. Seine Sichtbarkeit dauert bisweilen eine ganze Minute, in seltenen Fällen länger als das Licht des Kernes der Sternschnuppe; die leuchtende Bahn steht dann meist unbeweglich (Gilb. Ann. Bd. XIV, S. 251). Auch dieser Umstand bezeugt die Analogie zwischen großen Sternschnuppen und Feuerkugeln. Der Admiral Krusenstern sah auf seiner Reise um die Welt den Schweif einer längst verschwundenen Feuerkugel eine Stunde lang leuchten und sich überaus wenig fortbewegen (Reise Th. I. S. 58). Sir Alexander Burnes giebt eine reizende Beschreibung von der Durchsichtigkeit der trocknen, die Liebe zur Astronomie einst so begünstigenden Atmosphäre von Bokhara, das 1200 Fuß über der Meeresfläche und in 39° 43′ Breite liegt: „There is a constant serenity in its atmosphere and an admirable clearness in the sky. At night, the stars have uncommon lustre, and the *milky way* shines gloriously in the firmament. There is also a neverceasing display of the most brilliant meteors, which dart like rockets in the sky: ten or twelve of them are sometimes seen in *an hour*, assuming every colour; fiery, red, blue, pale and faint. It is a noble country for astronomical science, and great must have been the advantage, enjoyed by the famed observatory of Samarkand." Burnes, Travels into Bokhara Vol. II. (1834) p. 158. Man darf einem einzelnen Reisenden nicht vorwerfen, daß er viel Sternschnuppen schon 10—12 in der Stunde nennt; erst durch sorgfältige auf denselben Gegenstand gerichtete Beobachtungen ist in Europa aufgefunden worden, daß man für den Gesichtskreis einer Person 8 Meteore als Mittelzahl der Stunde zu rechnen habe (Quetelet, Corresp. mathém. Nov. 1837 p. 447), während selbst der so fleißig beobachtende Olbers (Schum. Jahrb. 1838 S. 325) diese Annahme auf 5—6 beschränkte.

keit, bedeckt. In selteneren Fällen, wie vor wenigen Monaten bei dem großen Aërolithen, der unter donnerartigem Krachen (16. Sept. 1843) zu Kleinwenden, unweit Mühlhausen fiel, war der Himmel helle und es entstand kein Gewölk. Die nahe Verwandtschaft zwischen Feuerkugeln und Sternschnuppen zeigt sich auch dadurch, daß die ersten Meteorsteine zur Erde herabschleudernd, bisweilen (9. Juni 1822 zu Angers) kaum den Durchmesser der kleinen römischen Lichter in unseren Feuerwerken hatten.

Was die formbildende Kraft, was der physische und chemische Proceß in diesen Erscheinungen ist; ob die Theilchen, welche die dichte Masse des Meteorsteins bilden, ursprünglich, wie in dem Cometen, dunstförmig von einander entfernt liegen, und sich erst dann, wenn sie für uns zu leuchten beginnen, innerhalb der flammenden Feuerkugeln zusammenziehen; was in der schwarzen Wolke vorgeht, in der es minutenlang donnert, ehe die Steine herabstürzen; ob auch aus den kleinen Sternschnuppen wirklich etwas Compactes, oder nur ein höherauch-artiger, eisen- und nickelhaltiger Meteorstaub*) niederfällt: das alles ist bis jetzt in großes Dunkel gehüllt. Wir kennen das räumlich Gemessene, die ungeheure, wundersame, ganz planetarische Geschwindigkeit der Sternschnuppen, der Feuerkugeln und der Meteorsteine; wir kennen das Allgemeine und in dieser Allgemeinheit Einförmige der Erscheinung, nicht den genetischen kosmischen Vorgang, die Folge der Umwandlungen. Kreisen die Meteorsteine schon geballt zu dichten †) Massen (doch minder dicht als die mittlere Dichtigkeit der Erde), so müssen sie im Innersten der Feuerkugeln, aus deren Höhe

---

*) Ueber Meteorstaub s. Arago im Annuaire pour 1832, p. 254. Ich habe ganz neuerlichst an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 408) zu zeigen gesucht, wie die scythische Sage vom heiligen Gold, das glühend vom Himmel fiel und der Besitz der goldenen Horde der Paralaten blieb (Herod. IV. 5—7), wahrscheinlich aus der dunkeln Erinnerung eines Aërolithenfalles entstanden ist. Die Alten fabelten auch (Dio Cassius LXXV, 1259) sonderbar von Silber, das vom Himmel fiel und mit dem man bronzene Münzen zu überziehen versuchte, unter dem Kaiser Severus; doch wurde das metallische Eisen in den Meteorsteinen (Plin. II, 56) erkannt. Der oft vorkommende Ausdruck lapidibus pluit darf übrigens nicht immer auf Aërolithenfälle gedeutet werden. In Liv. XXV, 7 bezieht er sich wohl auf Auswürflinge (Bimsstein, rapilli) des nicht ganz erloschenen Vulkans Mons Albanus, Monte Cavo; s. Heyne, Opuscula acad. T. III. p. 261 und meine Relat. hist. T. I. p. 394. In einen anderen Ideenkreis gehört der Kampf des Hercules gegen die Ligyer, auf dem Wege vom Kaukasus zu den Hesperiden; es ist ein Versuch, den Ursprung der runden Quarzgeschiebe im ligyschen Steinfelde an der Mündung des Rhodanus, den Aristoteles einem Spalten-Auswurf bei einem Erdbeben, Posidonius einem wellenschlagenden Binnenwasser zuschreiben, mythisch zu erklären. In den Aeschyleischen Fragmenten des gelösten Prometheus geht aber alles wie in einem Aërolithenfalle vor: Jupiter zieht ein Gewölk zusammen und läßt „mit runder Steine Regenguß das Land umher bedecken." Schon Posidonius hat sich erlaubt, die geognostische Mythe von Geschieben und Blöcken zu bespötteln. Das ligysche Steinfeld ist übrigens bei den Alten naturgetreu beschrieben. Die Gegend heißt jetzt La Crau. S. Guérin, Mesures barométriques dans les Alpes et Météorologie d'Avignon 1829 chap. XII. p. 115.

†) Das specifische Gewicht der Aërolithen schwankt zwischen 1,9 (Alais) und 4,3 (Tabor). Die gewöhnlichere Dichte ist 3, das Wasser zu 1 gesetzt. Was die in dem Texte angegebenen wirklichen Durchmesser der Feuerkugeln betrifft, so beziehen sich die Zahlen auf die wenigen einigermaßen sicheren Messungen, welche man sammeln kann. Diese Messungen geben für die Feuerkugel von Weston (Connecticut 14. Dec. 1807) nur 500, für die vor Le Roi beobachtete (10. Jul. 1771) etwa 1000, für die von Sir Charles Blagden geschätzte (18. Jan. 1783) an 2600 Fuß im Durchmesser. Brandes (Unterhaltungen Bd. I. S. 42) giebt den Sternschnuppen 80—120 Fuß mit leuchtenden Schweifen von 3—4 Meilen Länge. Es fehlt aber nicht an optischen Gründen, welche es wahrscheinlich machen, daß die scheinbaren Durchmesser der Feuerkugeln und Sternschnuppen sehr überschätzt worden sind. Mit dem Volum der Ceres (sollte man auch diesem Planeten nur „70 englische Meilen Durchmesser" geben wollen) ist das Volum der Feuerkugeln wohl nicht zu vergleichen. S. die sonst immer so genaue und vortreffliche Schrift: On the connexion of the Physical Sciences 1835 p. 411. — Ich gebe hier zur Erläuterung dessen, was S. 57 über den großen, noch nicht wieder aufgefundenen Aërolithen im Flußbette bei Narni gesagt ist, die von Pertz bekannt gemachte Stelle aus dem Chronicon *Benedicti*, monachi Sancti Andreae in Monte Soracte, einem Documente, das in das zehnte Jahrhundert gehört und in der Bibliothek Chigi zu Rom aufbewahrt wird. Die barbarische Schreibart der Zeit bleibt unverändert. „Anno — 921 — temporibus domini Johannis Decimi pape, in anno pontificatus illius 7. visa sunt signa. Nam iuxta urbem Romam lapides plurimi de coelo cadere visi sunt. In civitate quae vocatur Narnia tam diri ac tetri, ut nihil aliud credatur, quam de infernalibus locis deducti essent. Nam ita ex illis lapidibus unus omnium maximus est, ut, decidens in flumen Narnus, ad mensuram unius cubiti super aquas fluminis usque hodie videretur. Nam et ignitae faculae de coelo plurimae omnibus in hac civitate Romani populi visae sunt, ita ut pene terra contingeret. Aliae cadentes etc." (Pertz, Monum. Germ. hist. Scriptores. T. III. p. 715.) Ueber den Aërolithen bei Aigos Potamoi, dessen Fall die Parische Chronik in Ol. 78,1 setzt (Böckh, Corp. Inscr. graec. T. II. p. 302, 320 und 340,) vergl. Aristot. Meteor. I, 7. Ideler, Comm. T. I. p. 404—407); Stob. Ecl. phys. I. 25 p. 508, Heeren; Plut. Lys. c. 12; Diog. Laert. II, 10. S. auch d. Noten S. 59 ‡, 65 ‡, 66 * u. †.) Nach einer mongolischen Volkssage soll nahe an den Quellen des gelben Flusses im westlichen China in einer Ebene ein 40 Fuß hohes schwarzes Felsstück vom Himmel gefallen sein. Abel-Rémusat in Lamétherie, Journ. de Phys. 1819 mai p. 264.

und scheinbarem Durchmesser man bei den größeren auf einen wirklichen Durchmesser von 500 bis 2600 Fuß schließen kann, nur einen sehr geringen, von entzündlichen Dämpfen oder Gasart'n umhüllten Kern bilden. Die größten Meteormassen, die wir bisher kennen, die brasilianische von Bahia und die von Otumpa im Chaco, welche Rubi de Celis beschrieben, haben 7 bis 7½ Fuß Länge. Der in dem ganzen Alterthum so berühmte, schon in der Parischen Marmor-Chronik bezeichnete Meteorstein von Aegos Potamoi (gefallen fast in dem Geburtsjahre des Sokrates) wird sogar als von der Größe zweier Mühlsteine und dem Gewicht einer vollen Wagenlast beschrieben. Trotz der vergeblich angewandten Bemühungen des afrikanischen Reisenden Browne, habe ich nicht die Hoffnung aufgegeben, man werde einst diese, so schwer zerstörbare thracische Meteormasse in einer den Europäern jetzt sehr zugänglichen Gegend (nach 2312 Jahren) wieder auffinden. Der im Anfang des 10ten Jahrhunderts in den Fluß bei Narni gefallene ungeheure Aërolith ragte, wie ein von Pertz aufgefundenes Document bezeugt, eine volle Elle hoch über dem Wasser hervor. Auch ist zu bemerken, daß alle diese Massen alter und neuer Zeit doch eigentlich nur als Hauptfragmente von dem zu betrachten sind, was in der Feuerkugel oder in dem dunkeln Gewölk durch Explosion zertrümmert worden ist. Wenn man die mathematisch erwiesene ungeheure Geschwindigkeit erwägt, mit der die Meteorsteine von den äußersten Grenzen der Atmosphäre bis zur Erde gelangen, oder als Feuerkugeln auf längerem Wege durch die Atmosphäre und deren dichtere Schichten hinstreichen; so wird es mir mehr als unwahrscheinlich, daß erst in diesem kurzen Zeitraume die metallhaltige Steinmasse mit ihren eingesprengten vollkommen ausgebildeten Krystallen von Olivin, Labrador und Pyroxen sollte aus dem dunstförmigen Zustande zu einem festen Kerne zusammengeronnen sein.

Was herabfällt, hat übrigens, selbst dann, wenn die innere Zusammensetzung chemisch noch verschieden ist, fast immer den eigenthümlichen Charakter eines Fragments, oft eine prismatoidische oder verschobene Pyramidalform, mit breiten, etwas gebogenen Flächen und abgerundeten Ecken. Woher aber diese, von Schreibers zuerst erkannte Form eines abgesonderten Stückes in einem rotirenden planetarischen Körper? Auch hier, wie in der Sphäre des organischen Lebens, ist alles dunkel, was der Entwickelungsgeschichte angehört. Die Meteormassen fangen an zu leuchten und sich zu entzünden in Höhen, die wir fast als luftleer betrachten müssen, oder die nicht $1/100000$ Sauerstoff enthalten. Biot's neue Untersuchungen über das wichtige Crepuscular-Phänomen*) erniedrigen sogar beträchtlich die Linie, welche man, vielleicht etwas gewagt, die Grenze der Atmosphäre zu nennen pflegt; aber Lichtprocesse können ohne Gegenwart des umgebenden Sauerstoffs vorgehen, und Poisson dachte sich die Entzündung der Aërolithen weit jenseits unseres luftförmigen Dunstkreises. Nur das, was der Berechnung und einer geometrischen Messung zu unterwerfen ist, führt uns bei den Meteorsteinen, wie bei den größeren Weltkörpern des Sonnensystems, auf einen festen und sicheren Boden. Obgleich Halley schon die große Feuerkugel von 1686, deren Bewegung der Bewegung der Erde in ihrer Bahn entgegengesetzt war†), für ein kosmisches Phänomen erklärte, so ist es doch erst Chladni gewesen, der in der größten Allgemeinheit (1794) den Zusammenhang zwischen den Feuerkugeln und den aus der Atmosphäre herabgefallenen Steinen, wie die Bewegung der er-

---

*) Biot, Traité d'Astronomie physique (3me éd.) 1841 T. I. p. 149, 177, 238 und 312. Mein verewigter Freund Poisson suchte die Schwierigkeit einer Annahme der Selbstentzündung der Meteorsteine in einer Höhe, wo die Dichtigkeit der Atmosphäre fast null ist, auf eine eigene Weise zu lösen. „A une distance de la terre où la densité de l'atmosphère est tout-à-fait insensible, il serait difficile d'attribuer, comme on le fait, l'incandescence des aërolithes à un frottement contre les molécules de l'air. Ne pourrait-on pas supposer que le fluide électrique à l'état neutre forme une sorte d'atmosphère, qui s'étend beaucoup au-delà de la masse d'air; qui est soumise à l'attraction de la terre, quoique physiquement impondérable; et qui suit, en conséquence, notre globe dans ses mouvements? Dans cette hypothèse, les corps dont il s'agit, en entrant dans cette atmosphère impondérable, décomposeraient le fluid neutre, par leur action inégale sur les deux électricités, et ce serait en s'électrisant qu'ils s'échaufferaient et deviendraient incandescents." (Poisson, Rech. sur la Probabilité des jugements 1837 p. VI.)

†) Philos. Transact. Vol. XXIX. p. 161--163.

steren im Weltraume*), auf das scharfsinnigste erkannt hat. Eine glänzende Bestätigung der Ansicht des kosmischen Ursprungs solcher Erscheinungen hat Denison Olmsted zu Newhaven (Massachusetts) dadurch geliefert, daß er erwiesen, wie bei dem so berühmt gewordenen Sternschnuppenschwarme in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833, nach dem Zeugniß aller Beobachter, die Feuerkugeln und Sternschnuppen insgesammt von einer und derselben Stelle am Himmelsgewölbe, nahe bei γ Leonis, ausgingen, und von diesem Ausgangspunkte nicht abwichen, obgleich der Stern während der langen Dauer der Beobachtung seine scheinbare Höhe und sein Azimuth veränderte. Eine solche Unabhängigkeit von der Rotation der Erde bewies, daß die leuchtenden Körper von außen, aus dem Weltraume, in unsre Atmosphäre gelangten. Nach Encke's Berechnung†) sämmtlicher Beobachtungen, die in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen den Breiten von 35° und 42° angestellt worden sind, kamen sie alle aus dem Punkte des Weltraums, auf welchen zu derselben Epoche die Bewegung der Erde gerichtet war. Auch in den wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen des November von 1834 und 1837 in Nordamerika, wie in dem analogen 1838 zu Bremen beobachteten, wurden der allgemeine Parallelismus der Bahnen und die Richtung der Meteore aus dem Sternbild des Löwen erkannt. Wie bei periodischen Sternschnuppen überhaupt eine mehr parallele Richtung als bei den gewöhnlichen sporadischen, so glaubt man auch in dem periodisch wiederkehrenden August-Phänomen (Strom des heil. Laurentius) bemerkt zu haben, daß die Meteore 1839 größtentheils von einem Punkte zwischen dem Perseus und dem Stier kamen; gegen das letztere Sternbild bewegte sich damals die Erde. Diese Eigenheit des Phänomens (der Richtung rückläufiger Bahnen im November und im August) verdient besonders durch künftige recht genaue Beobachtungen bekräftigt oder widerlegt zu werden.

Die Höhe der Sternschnuppen, d. h. des Anfangs und Endes ihrer Sichtbarkeit, ist überaus verschieden, und schwankt zwischen 4 und 35 Meilen. Dies wichtige Resultat und

---

*) Die erste Ausgabe von Chladni's wichtiger Schrift: Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderen Eisenmassen erschien zwei Monate vor dem Steinregen in Siena und zwei Jahre früher als Lichtenberg's Behauptung im Göttinger Taschenbuche: „daß Steine aus dem allgemeinen Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen." Vergl. auch Olbers Brief an Benzenberg vom 18. Nov. 1837 in des Letzteren Schrift von den Sternschnuppen S. 186.

†) Encke in Poggend. Annalen Bd. XXXIII. (1834) S. 213. Arago im Ann. pour 1836 p. 291. Zwei Briefe von mir an Benzenberg vom 19. Mai und 22. Oct. 1837 über das muthmaßliche Fortrücken der Knoten in der Bahn periodischer Sternschnuppenströme (Benzenberg, Sternschn. S. 207 und 209). Auch Olbers hat sich später dieser Meinung von der allmäligen Verspätung des November-Phänomens angeschlossen (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372. S. 180). Wenn ich zwei von den Arabern aufgezeichnete Sternschnuppenfälle mit der von Boguslawski aufgefundenen Epoche des vierzehnten Jahrhunderts verbinden darf, so ergeben sich mir folgende mehr oder minder übereinstimmende Elemente der Knotenbewegung:

Im October 902 in der Todesnacht des Königs Ibrahim ben Ahmed ein großer Sternschnuppenfall, „einem feurigen Regen gleich." Das Jahr ward deshalb das Jahr der Sterne genannt. (Conde, Hist. de la domin. de los Arabes p. 346.)

Am 19. Oct. 1202 schwankten die Sterne die ganze Nacht hindurch. „Sie fielen wie Heuschrecken." (Comptes rendus 1837 T. I. p. 294, und Fraehn im Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg T. III. p. 308.)

Am 21. Oct. a. St. 1366, *die sequente* post festum XI millia Virginum ab hora matutina usque ad horam primam visae sunt quasi stellae de caelo cadere continuo, et in tanta *multitudine*, quod nemo narrare *sufficit*. Diese merkwürdige Notiz, von der noch weiter unten im Texte die Rede sein wird, hat Herr von Boguslawski der Sohn in Benesse's (de Horowic) de Weitmil oder Weithmül Chronicon Ecclesiae Pragensis p. 389 aufgefunden. Die Chronik steht auch im zweiten Theile der Scriptores rerum Bohemicarum von Pelzel und Dobrowsky 1784 (Schum. Astr. Nachr. Dec. 1839.)

Nacht vom 9—10. Nov. 1787, viele Sternschnuppen von Hemmer im südlichen Deutschlande, besonders in Manheim, beobachtet. (Kämtz, Meteor. Th. III. S. 237.)

Nach Mitternacht am 12. Nov. 1799 der ungeheure Sternschnuppenfall in Cumana, den Bonpland und ich beschrieben haben und der in einem großen Theil der Erde beobachtet worden ist. (Relat. hist. T. I. p. 519—527.)

Vom 12—13. Nov. 1822 wurden Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemengt in großer Zahl von Klöden in Potsdam gesehen. (Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 219.)

13. Nov. 1831 um 4 Uhr Morgens ein großer Sternschnuppenfall gesehen vom Cap. Bérard an der spanischen Küste bei Kartagena del Levante. (Annuaire 1836 p. 297.)

In der Nacht vom 12—13. Nov. 1833 das denkwürdige von Denison Olmsted in Nordamerika so vortrefflich beschriebene Phänomen.

In der Nacht vom 13—14. Nov. 1834 derselbe Schwarm, aber von etwas geringerer Stärke in Nordamerika. (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 129.)

Am 13. Nov. 1835 wurde von einer sporadisch gefallenen Feuerkugel bei Belley im Depart. de l'Ain, eine Scheune entzündet. (Annuaire 1836 p. 296.)

Im Jahr 1838 zeigte der Strom sich auf das bestimmteste in der Nacht vom 13. zum 14. Nov. (Astron. Nachr. 1838 Nr. 372.)

die ungeheure Geschwindigkeit der problematischen Asteroiden sind zuerst von Benzenberg und Brandes durch gleichzeitige Beobachtungen und Parallaxen-Bestimmungen, an den Endpunkten einer Standlinie von 46000 Fuß Länge, gefunden worden*). Die relative Geschwindigkeit der Bewegung ist 4½ bis 9 Meilen in der Secunde, also der der Planeten gleich. Eine solche planetarische Geschwindigkeit†), wie auch die oft bemerkte Richtung der Feuerkugel- und Sternschnuppen-Bahnen, der Bewegungs-Richtung der Erde entgegengesetzt, werden als Hauptmomente in der Widerlegung des Ursprungs der Aërolithen aus sogenannten, noch thätigen Mondvulkanen betrachtet. Die Annahme einer mehr oder minder großen vulkanischen Kraft auf einem kleinen, von keinem Luftkreise umgebenen Weltkörper ist aber, ihrer Natur nach, numerisch überaus willkührlich. Es kann die Reaction des Inneren eines Weltkörpers gegen seine Rinde zehn, ja hundertmal kräftiger gedacht werden, als bei unsern jetzigen Erdvulkanen. Auch die Richtung der Massen, welche von einem west-östlich umlaufenden Satelliten ausgeschleudert werden, kann dadurch rückläufig scheinen, daß die Erde in ihrer Bahn später an den Punkt derselben gelangt, den jene Massen berühren. Wenn man indeß den ganzen Umfang der Verhältnisse erwägt, die ich schon in diesem Naturgemälde habe aufzählen müssen, um dem Verdacht unbegründeter Behauptungen zu entgehen, so findet man die Hypothese des selenitischen Ursprunges‡) der Meteorsteine von einer Mehrzahl von Bedingungen abhängig, deren zu-

---

*) Es ist mir nicht unbekannt, daß von den 62 in Schlesien im Jahr 1823 auf Veranlassung des Prof. Brandes gleichzeitig beobachteten Sternschnuppen einige eine Höhe von 45⁷/₁₀, von 60, ja von 100 Meilen zu erreichen schienen (Brandes, Unterhaltungen für Freunde der Astronomie und Physik Heft I. S. 48); aber Olbers hält wegen Kleinheit der Parallaxen alle Bestimmungen über 30 Meilen Höhe für zweifelhaft.

†) Die planetarische Translations-Geschwindigkeit, das Fortrücken in der Bahn, ist bei Merkur 6,6; bei Venus 4,8; bei der Erde 4,1 Meilen in der Secunde.

‡) Chladni hat aufgefunden, daß ein italiänischer Physiker, Paolo Maria Terzago, 1660, bei Gelegenheit eines Aërolithenfalles zu Mailand, in dem ein Franciskaner-Mönch getödtet wurde, zuerst von der Möglichkeit gesprochen habe, daß die Aërolithen Mondsteine sein könnten. Labant philosophorum mentes, sagt er in seiner Schrift (Musaeum Septalianum, Manfredi Septalae, Patricii Mediolanensis, industrioso labore constructum, Tortora 1664 p. 44), sub horum lapidum ponderibus; ni dicere velimus, lunam terram alteram, sive mundum esse, ex cujus montibus divisa frusta in inferiorem nostrum hunc orbem delabantur. Ohne von dieser Vermuthung etwas zu wissen, wurde Olbers im Jahre 1795 nach dem berühmten Steinfall von Siena (16. Jun. 1794) auf die Untersuchung geleitet, wie groß die anfängliche Wurfkraft sein müsse, wenn vom Monde ausgeworfene Massen bis zur Erde gelangen sollten. Ein solches ballistisches Problem beschäftigte zehn bis zwölf Jahre lang die Geometer Laplace, Biot, Brandes und Poisson. Die damals noch sehr verbreitete, jetzt aufgegebene Meinung von thätigen Vulkanen im luft- und wasserleeren Monde begünstigte im Publikum die Verwechselung von dem, was mathematisch möglich und physikalisch wahrscheinlich, d. h. anderen Hypothesen vorzuziehen sei. Olbers, Brandes und Chladni glaubten „in der relativen Geschwindigkeit von 4 bis 8 Meilen, mit welcher Feuerkugeln und Sternschnuppen in unsere Atmosphäre kommen," die Widerlegung ihres selenitischen Ursprungs zu finden. Um die Erde zu erreichen, würde nach Olbers, ohne den Widerstand der Luft in Anschlag zu bringen, eine anfängliche Geschwindigkeit von 7780 Fuß in der Secunde (nach Laplace 7377 F., nach Biot 7771 F., nach Poisson 7123 F.) hinlänglich sein. Laplace nennt diese Anfangs-Geschwindigkeit nur 5 bis 6mal größer als diejenige, welche die Kraft unserer Geschütze hervorbringt; aber Olbers hat gezeigt, „daß bei einer solchen anfänglichen Geschwindigkeit von 7500 bis 8000 Fuß in der Secunde die Meteorsteine nur mit der Geschwindigkeit von 35000 Fuß (1,53 geogr. Meilen) an die Oberfläche unserer Erde gelangen würden. Da nun die gemessene Geschwindigkeit der Meteorsteine im Mittel von 5 geographischen Meilen, über 114000 Fuß, in der Secunde ist, so müßte die ursprüngliche Wurfgeschwindigkeit im Monde von fast 110000 Fuß, also 14mal größer sein, als sie Laplace annimmt." (Olbers in Schum. Jahrb. 1837 S. 52—58 und in Gehler's Neuem physik. Wörterbuche Bd. VI. Abth. 3. S. 2129—2136.) Der Mangel des Widerstandes der Luft würde allerdings, wenn vulkanische Kräfte noch jetzt als thätig angenommen werden dürften, der Wurfkraft von Mondvulkanen einen Vorzug vor der Wurfkraft der Erdvulkane geben; aber auch über das Maaß der Kräfte der letzteren fehlt es an allen sicheren Beobachtungen. Es ist sogar wahrscheinlich, daß dies Maaß sehr überschätzt wird. Ein sehr genauer und messender Beobachter der Aetna-Phänomene, Dr. Peters, hat die größte Geschwindigkeit der aus dem Krater ausgeworfenen Steine nur 1250 Fuß in der Secunde gefunden. Beobachtungen am Pic von Teneriffa 1798 gaben 3000 Fuß. Wenn Laplace auch am Ende seines Werkes (Expos. du Syst. du Monde, éd. de 1824 p. 399) von den Aërolithen sehr vorsichtig sagt: „que selon toutes les vraisemblances elles viennent des profondeurs de l'espace céleste"; so sieht man doch an einer andern Stelle (chap. VI. p. 233), daß er, wahrscheinlich mit der ungeheuren planetarischen Geschwindigkeit der Meteorsteine unbekannt, sich zu der selenitischen Hypothese mit einiger Vorliebe hinneigte, aber immer voraussetzte, daß die vom Monde ausgeworfenen Steine „deviennent des satellites de la terre, décrivant autour d'elle une orbite plus ou moins allongée, de sorte qu'ils n'atteignent l'atmosphère de la terre qu'après plusieurs at même un trèsgrand nombre de révolutions." So wie ein Italiäner in Tortona den Einfall hatte, die Aërolithen kämen aus dem Monde, so hatten griechische Physiker auch den Einfall gehabt, sie kämen aus der Sonne. Einer solchen Meinung erwähnt Diogenes Laertius II, 9 von dem Ursprunge der bei Aegos Potamoi niedergefallenen Masse (s. Note †) S. 56). Der alles registrirende Plinius (II, 58) wiederholt die Meinung, und bespöttelt sie um so lieber, weil er, mit Früheren (Diog. Laert. II. 3 und 5 p. 99, Hübner), den Anaxagoras beschuldigt, den Aërolithenfall aus der Sonne vorhergesagt zu haben: „celebrant Graeci

fälliges Zusammentreffen allein das bloß Mögliche als ein Wirkliches gestalten kann. Einfacher und anderen Vermuthungen über die Bildung des Sonnensystems analoger scheint die Annahme eines ursprünglichen Daseins kleiner planetarischer Massen im Weltraume.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß ein großer Theil dieser kosmischen Körper die Nähe unseres Dunstkreises unzerstört durchstreichen, um ihre durch Anziehung der Erdmasse nur in der Excentricität veränderte Bahn um die Sonne fortzusetzen. Man kann glauben, daß dieselben uns nach mehreren Umläufen und vielen Jahren erst wieder sichtbar werden. Die sogenannten aufwärts steigenden Sternschnuppen und Feuerkugeln, die Chladni nicht glücklich durch Reflexion stark zusammengepreßter Luft zu erklären suchte, erschienen auf den ersten Anblick die Folge einer räthselhaften, die Körper von der Erde entfernenden Wurfgeschwindigkeit; aber Bessel hat theoretisch erwiesen und durch Feldt's sorgfältige Rechnungen bestätigt gefunden, daß bei dem Mangel an vollkommener Gleichzeitigkeit des beobachteten Verschwindens unter den veröffentlichten Beobachtungen keine vorkomme, welche der Annahme des Aufsteigens eine Wahrscheinlichkeit gäbe, und erlaubte, sie als ein Resultat der Beobachtungen anzusehen*). Ob, wie Olbers glaubt, das Zerspringen von Sternschnuppen und rauchend flammenden, nicht immer geradlinig bewegten Feuerkugeln die Meteore nach Raketenart in die Höhe treiben und ob es in gewissen Fällen auf die Richtung ihrer Bahn einwirken könne, muß der Gegenstand neuer Beobachtungen werden.

Die Sternschnuppen fallen entweder vereinzelt und selten, also sporadisch, oder in Schwärmen zu vielen Tausenden; die letzteren Fälle (arabische Schriftsteller vergleichen sie mit Heuschrecken-Schaaren) sind periodisch und bewegen sich in Strömen von meist paralleler Richtung. Unter den periodischen Schwärmen sind bis jetzt die berühmtesten geworden das sogenannte November-Phänomen (12—14. Nov.) und das des Festes des heil. Laurentius (10. Aug.), dessen „feuriger Thränen" in England schon längst in einem Kirchen-Calender wie in alten Traditionen †) als einer wieder-

---

Anaxagoram Clazomenium Olympiadis septuagesimae octavae secundo anno praedixisse caelestium litterarum scientia, quibus diebus saxum casurum esse e sole, idque factum interdiu in Thraciae parte ad Aegos flumen. — Quod si quis praedictum credat, simul fateatur necesse est, majoris miraculi divinitatem Anaxagorae fuisse, solvique rerum naturae intellectum, et confundi omnia, si aut ipse Sol lapis esse aut unquam lapidem in eo fuisse credatur; decidere tamen crebro non erit dubitum." Auch den Fall des Steines von mäßiger Größe, der im Gymnasium zu Abydus aufbewahrt wird, soll Anaxagoras prophezeit haben. Aërolithenfälle bei hellem Sonnenschein und wenn die Mondscheibe nicht sichtbar war, haben wahrscheinlich auf die Idee der Sonnensteine geführt. Auch war, nach einem der physischen Dogmen des Anaxagoras, die ihn (wie zu unserer Zeit die Geologen) theologischen Verfolgungen aussetzten, die Sonne „eine geschmolzene feurige Masse" (μύδρος διάπυρος). Im Phaëthon des Euripides wurde nach denselben Ansichten des Klazomeniers die Sonne ebenfalls eine „goldene Scholle" genannt, d. h. eine feuerfarbene, hellleuchtende Materie, woraus man aber nicht auf Aërolithen als goldene Sonnensteine (s. oben Note * S. 56) schließen muß. Vergl. Valckenaer, Diatribe in Eurip. perd. dram. Reliquias 1767 p. 30 Diog. Laert. II. 10. — Wir finden demnach bei den griechischen Physikern vier Hypothesen: einen tellurischen Ursprung der Sternschnuppen von aufsteigenden Dünsten; Steinmassen von Orkanen gehoben, bei Aristoteles (Meteor. lib. I. cap. IV, 2—13 und cap. VII. 9); Ursprung aus der Sonne; Ursprung aus den Himmelsräumen als lange unsichtbar gebliebener Himmelskörper. Ueber diese letzte mit der unsrigen ganz übereinstimmende Meinung des Diogenes von Apollonia s. den Text S. 66 und die Note S. 66*. Merkwürdig ist es, daß man noch in Syrien, wie mich ein gelehrter Orientalist, mein persischer Lehrer, Herr Andrea de Nerciat (jetzt in Smyrna), versichert hat, nach einem alten Volksglauben, in sehr hellen Mondnächten Steinfälle aus der Luft besorgt. Die Alten waren dagegen sehr aufmerksam auf den Fall der Meteor-Massen bei Mond-Finsternissen; s. Plin. XXXVII, 10 p. 164, Solinus c. 37, Salm. Exerc. p. 531, und die von Ukert gesammelten Stellen in Geogr. der Griechen und Römer Th. II. 1. S. 131 Note 14. Ueber die Unwahrscheinlichkeit, daß die Meteormassen aus metallauflösenden Gasarten entstehen, die nach Fusinieri in den höchsten Schichten unserer Atmosphäre gelagert sein sollen und, vorher in ungeheure Räume zerstreut, plötzlich zusammengerinnen, wie über Penetration und Mischbarkeit der Gasarten s. meine Relat. hist. T. I. p. 525.

*) Bessel in Schum. Astr. Nachr. 1839 Nr. 380 und 381. S. 222 und 346. Am Schlusse der Abhandlung findet sich eine Zusammenstellung der Sonnenlängen mit den Epochen des November-Phänomens seit der ersten Beobachtung in Cumana von 1799.

†) Dr. Thomas Forster (The pocket Encyclop. of Natural Phaenomena 1827 p. 17) berichtet, daß zu Cambridge im Christ Church College ein Manuscript unter dem Titel Ephemerides rerum naturalium aufbewahrt wird, das man einem Mönche im vorigen Jahrhundert zuschreibt. In diesem Manuscript sind bei jedem Tage Naturerscheinungen angedeutet: das erste Blühen der Pflanzen, die Ankunft der Vögel u. s. f. Der 10. August ist durch das Wort meteorodes bezeichnet. Diese Bezeichnung und die Tradition der feurigen Thränen des heil. Laurentius hatten Herrn Forster besonders veranlaßt, das August-Phänomen eifrigst zu verfolgen. (Quetelet, Corresp. mathém. Série III. T. I. 1837 p. 433.)

kehrenden meteorologischen Begebenheit gedacht wird. Ohnerachtet bereits in der Nacht vom 12—13. Nov. 1823 nach Klöden in Potsdam, und 1832 in ganz Europa, von Portsmouth bis Orenburg am Uralflusse, ja selbst in der südlichen Hemisphäre in Ile de France, ein großes Gemisch von Sternschnuppen und Feuerkugeln der verschiedensten Größe gesehen worden war; so leitete doch eigentlich erst der ungeheure Sternschnuppenschwarm, den Olmsted und Palmer in Nordamerika am 12—13. Nov. 1833 beobachteten und in dem an Einem Orte, wie Schneeflocken zusammengedrängt, während neun Stunden wenigstens 240,000 fielen, auf die Periodicität der Erscheinung, auf die Idee, daß große Sternschnuppenschwärme an gewisse Tage geknüpft sind. Palmer in New-Haven erinnerte sich des Meteorfalls von 1799, den Ellicot und ich zuerst beschrieben haben*), und von dem durch die Zusammenstellung des Beobachteten, die ich gegeben, erwiesen worden ist, daß er im Neuen Continent gleichzeitig vom Aequator bis zu Neu-Herrnhut in Grönland (Br. 64° 14′) zwischen 46° und 82° der Länge gesehen wurde. Man erkannte mit Erstaunen die Identität der Zeitepoche. Der Strom, der am ganzen Himmelsgewölbe am 12—13. Nov. 1833 von Jamaica bis Boston (Br. 40° 21′) gesehen wurde, wiederholte sich 1834 in der Nacht vom 13.—14. Nov. in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika, doch mit etwas geringerer Intensität. In Europa hat sich seine Periodicität seitdem mit großer Regelmäßigkeit bestätigt.

Ein zweiter, eben so regelmäßig eintretender Sternschnuppenschwarm, als das November-Phänomen, ist der des August-Monats, der Strom des heil. Laurentius (9—14. Aug.). Muschenbroek†) hatte schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts auf die Häufigkeit der Meteore im August-Monat aufmerksam gemacht; aber ihre periodische sichere Wiederkehr um die Epoche des Laurentius-Festes haben erst Quetelet, Olbers und Benzenberg erwiesen. Man wird mit der Zeit gewiß noch andere periodisch wiederkehrende Ströme‡) entdecken, vielleicht um den 22—25. April, zwischen dem 6—12. December, und wegen der von Capocci aufgezählten wirklichen Aërolithenfälle am 27—29. November oder 17. Julius.

---

*) Humb. Rel. hist. T. I. p. 519—527. Ellicot in den Transact. of the American Soc. 1804 Vol. VI. p. 29. Arago sagt vom November-Phänomen: „Ainsi se confirme de plus en plus à nous l'existence d'une zone composée de millions de petits corps dont les orbites rencontrent le plan de l'écliptique vers le point que la terre va occuper tous les ans du 11 au 13 Novembre. C'est un nouveau monde planétaire qui commence à se révéler à nous." (Annuaire 1836 p. 296.)

†) Vergl. Muschenbroek, Introd. ad Phil. Nat. 1762 T. II. p. 1061. Howard, Climate of London Vol. II. p. 23, Beobachtungen vom Jahr 1806, also 7 Jahre nach den frühesten Beobachtungen von Brandes Benzenberg über Sternschnuppen (S. 240—244); August-Beobachtungen von Thomas Forster s. in Quetelet a. a. O. S. 438—453; von Adolph Erman, Boguslawski und Kreil in Schum. Jahrb. 1838 S. 317—330. Ueber den Anfangspunkt im Perseus am 10. Aug. 1839 s. die genauen Messungen von Bessel und Erman (Schum. Astr. Nachr. Nr. 385 u. 428); aber am 10. Aug. 1837 scheint die Bahn nicht rückläufig gewesen zu sein; s. Arago in Comptes rendus 1837 T. II. p. 183.

‡) Am 25. April 1095 „sahen unzählbare Augen in Frankreich die Sterne so dicht wie Hagel vom Himmel fallen," (ut grando, nisi lucerent, pro densitate putaretur; Baldr. p. 88); und dieses Ereigniß wurde schon vor dem Concilium von Clermont als eine Vorbedeutung der großen Bewegung in der Christenheit betrachtet (Wilken, Gesch. der Kreuzzüge Bd. I. S. 75). Am 22. April 1800 ward ein großer Sternschnuppenfall in Virginien und Massachusetts gesehen; es war „ein Raketenfeuer, das zwei Stunden dauerte." Arago hat zuerst auf diese traînée d'astéroïdes als eine wiederkehrende aufmerksam gemacht (Annuaire 1836 p. 297). Merkwürdig sind auch die Aërolithenfälle im Anfang des Monats December. Für ihre periodische Wiederkehr als Meteorstrom sprechen die alte Beobachtung von Brandes in der Nacht vom 6—7. December 1798 (wo er 2000 Sternschnuppen zählte) und vielleicht der ungeheure Aërolithenfall vom 11. December 1836 in Brasilien am Rio Assu bei dem Dorfe Macao (Brandes, Unterhalt. für Freunde der Physik 1825 Heft 1. S. 65, und Comptes rendus T. V. p. 211). Capocci hat von 1809—1839 zwölf wirkliche Aërolithenfälle zwischen dem 27—29. Nov., andere am 13. Nov., 10. August und 17. Juli aufgefunden (Comptes rendus T. XI. p. 357). Es ist auffallend, daß in dem Theil der Erdbahn, welcher den Monaten Januar und Februar, vielleicht auch März entspricht, bisher keine periodischen Sternschnuppen- oder Aërolithenströmungen bemerkt worden sind; doch habe ich in der Südsee den 15. März 1803 auffallend viel Sternschnuppen beobachtet, wie auch ein Schwarm derselben in der Stadt Quito kurz vor dem ungeheuren Erdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) gesehen ward. Besondere Aufmerksamkeit verdienen demnach bisher die Epochen:

22—25. April,
17. Julius (17–26. Jul.?) (Quet. Corr. 1837 p. 435),
10. August,
12—14. November,
27—29. November,
6—12. December.

Die Frequenz dieser Strömungen darf, so groß auch die Verschiedenheit ist zwischen isolirten Cometen und mit Asteroiden gefüllten Ringen, nicht in Erstaunen setzen, wenn man der Raumerfüllung des Universums durch Myriaden von Cometen gedenkt.

So unabhängig sich auch alle bisher beobachtete Erscheinungen von der Polhöhe, der Luft-Temperatur und andern klimatischen Verhältnissen gezeigt haben, so ist doch dabei eine, vielleicht nur zufällig begleitende Erscheinung nicht ganz zu übersehen. Das Nordlicht war von großer Intensität während der prachtvollsten aller dieser Naturbegebenheiten, während der, welche Olmsted (12—13. Nov. 1833) beschrieben hat. Es wurde auch in Bremen 1838 beobachtet, wo aber der periodische Meteorfall minder auffallend als in Richmond bei London war. Ich habe auch in einer andern Schrift der sonderbaren und mir oft mündlich bestätigten Beobachtung des Admirals Wrangel *) erwähnt, der an den sibirischen Küsten des Eismeeres, während des Nordlichtes, gewisse Regionen des Himmelsgewölbes, die nicht leuchteten, sich stets entzünden und dann fortglühen sah, wenn eine Sternschnuppe sie durchstrich.

Die verschiedenen Meteorströme, jeder aus Myriaden kleiner Weltkörper zusammengesetzt, schneiden wahrscheinlich unsere Erdbahn, wie es der Comet von Biela thut. Die Sternschnuppen-Asteroiden würde man sich nach dieser Ansicht als einen geschlossenen Ring bildend und in demselben einerlei Bahn befolgend vorstellen können. Die sogenannten kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter bieten uns, mit Ausschluß der Pallas, in ihren so engverschlungenen Bahnen ein analoges Verhältniß dar. Ob Veränderungen in den Epochen, zu welchen der Strom uns sichtbar wird, ob Verspätungen der Erscheinungen, auf die ich schon lange aufmerksam gemacht habe, ein regelmäßiges Fortrücken oder Schwanken der Knoten (der Durchschnittspunkte der Erdbahn und der Ringe) andeuten, oder ob bei ungleicher Gruppirung und bei sehr ungleichen Abständen der kleinen Körper von einander die Zone eine so beträchtliche Breite hat, daß die Erde sie erst in mehreren Tagen durchschneiden kann; darüber ist jetzt noch nicht zu entscheiden. Das Mondsystem des Saturn zeigt uns ebenfalls eine Gruppe innigst mit einander verbundener Weltkörper von ungeheurer Breite. In dieser Saturns-Gruppe ist die Bahn des äußersten (siebenten) Mondes von einem so beträchtlichen Durchmesser, daß die Erde in ihrer Bahn um die Sonne einen gleichen Raum erst in drei Tagen zurücklegen würde. Wenn in einem der geschlossenen Ringe, welche wir uns als die Bahnen der periodischen Ströme bezeichnend denken, die Asteroiden dergestalt ungleich vertheilt sind, daß es nur wenige dicht gedrängte und Schwarm-erregende Gruppen darin giebt, so begreift man, warum glänzende Phänomene wie die im November 1799 und 1833 überaus selten sind. Der scharfsinnige Olbers war geneigt, die Wiederkehr der großen Erscheinung, in der Sternschnuppen mit Feuerkugeln gemengt wie Schneeflocken fielen, erst für den 12—14. November 1867 zu verkünden.

Bisweilen ist der Strom der November-Asteroiden nur in einem schmalen Erdraume sichtbar geworden. So zeigte er sich z. B. im Jahre 1837 in England in großer Pracht als meteoric shower, während daß ein sehr aufmerksamer und geübter Beobachter zu Braunsberg in Preußen in derselben Nacht, die dort ununterbrochen heiter war, von 7 Uhr Abends bis Sonnenaufgang nur einige wenige sporadisch fallende Sternschnuppen sah. Bessel schloß †) daraus: „daß eine wenig ausgedehnte Gruppe des großen mit jenen Körpern gefüllten Ringes in England bis zur Erde gelangt ist, während daß eine östlich gelegene Länderstrecke durch eine verhältnißmäßig leere Gegend des Meteor-Ringes ging."

---

*) Ferd. v. Wrangel, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. II. S. 259. — Ueber die 34jährige Wiederkehr des dichteren Schwarms der November-Strömung s. Olbers im Jahrb. 1837 S. 280. — Man hat mir in Cumana gesagt, daß kurz vor dem furchtbaren Erdbeben von 1766, also wieder 33 Jahre vor dem Sternschnuppenfall vom 11—12. Nov. 1799, ein eben solches Feuerwerk am Himmel gesehen worden sei. Aber das Erdbeben war nicht im Anfang des November, sondern bereits am 21. October 1766. Möchten doch auch Reisende in Quito den Tag ergründen können, an welchem dort der Vulkan von Cayambe eine Stunde lang wie in Sternschnuppen eingehüllt erschien, so daß man den Himmel durch Processionen besänftigen wollte! (Relat. hist. T. I. chap. IV. p. 307, chap. X. p. 520 und 527.)

†) Aus einem Briefe an mich vom 24. Jan. 1838. Der ungeheure Sternschnuppenschwarm vom Nov. 1799 wurde fast nur in Amerika, von Neu-Herrnhut in Grönland bis zum Aequator gesehen. Der Schwarm von 1831 und 1832 war nur in Europa, der von 1833 und 1834 nur in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika sichtbar.

Erhält die Annahme eines regelmäßigen Fortrückens oder eines durch Perturbationen verursachten Schwankens der Knotenlinie mehr Wahrscheinlichkeit, so gewinnt das Auffinden älterer Beobachtungen ein besonderes Interesse. Die chinesischen Annalen, in denen neben der Erscheinung von Cometen auch große Sternschnuppenschwärme angegeben werden, reichen bis über die Zeiten des Tyrtäus oder des zweiten messenischen Krieges hinaus. Sie beschreiben zwei Ströme im März-Monat, deren einer 687 Jahre älter als unsre christliche Zeitrechnung ist. Eduard Biot hat schon bemerkt, daß unter den 52 Erscheinungen, welche er in den chinesischen Annalen gesammelt, die am häufigsten wiederkehrenden die wären, welche dem 20—22. Julius (a. St.) nahe liegen und daher wohl der, jetzt vorgerückte Strom des heil. Laurentius sein könnten *). Ist der von Boguslawski, dem Sohne, in Benessii de Horowic Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefundene Sternschnuppenfall vom 21. October 1366 (a. St.) unser jetziges November-Phänomen, aber damals bei hellem Tage gesehen, so lehrt die Fortrückung in 477 Jahren, daß dies Sternschnuppen-System (d. i. sein gemeinschaftlicher Schwerpunkt) eine rückläufige Bahn um die Sonne beschreibt. Es folgt auch aus den hier entwickelten Ansichten, daß, wenn Jahre vergehen, in denen beide bisher erforschte Ströme (der November- und der Laurentius-Strom) in keinem Theile der Erde beobachtet würden, die Ursache davon entweder in der Unterbrechung des Ringes (d. h. in den Lücken, welche die auf einander folgenden Asteroiden-Gruppen lassen) oder, wie Poisson will, in der Einwirkung der größeren Planeten †) auf die Gestalt und Lage des Ringes liegt.

Die festen Massen, welche man bei Nacht aus Feuerkugeln, bei Tage, und meist bei heiterem Himmel, aus einem kleinen dunkeln Gewölk unter vielem Getöse und beträchtlich erhitzt (doch nicht rothglühend) zur Erde fallen sieht, zeigen im Ganzen, ihrer äußeren Form, der Beschaffenheit ihrer Rinde und der chemischen Zusammensetzung ihrer Hauptbestandtheile nach, eine unverkennbare Uebereinstimmung. Sie zeigen dieselbe durch alle Jahrhunderte und in den verschiedensten Regionen der Erde, in denen man sie gesammelt hat. Aber eine so auffallende und früh behauptete physiognomische Gleichheit der dichten Meteormassen leidet im Einzelnen mancherlei Ausnahmen. Wie verschieden sind die leicht schmiedbaren Eisenmassen von Hradschina im Agramer Comitate, oder die von den Ufern des Sisim in dem Jeniseisker Gouvernement, welche durch Pallas berühmt geworden sind, oder die, welche ich aus Mexico ‡) mitgebracht, Massen, die alle 90/100 Eisen enthalten, von den Aërolithen von Siena, deren Eisengehalt kaum 2/100 beträgt, von dem erdigen, in Wasser zerfallenden Meteorstein von Alais (im Dep. du Gard), und von Jonzac und Juvenas, die, ohne metallisches Eisen, ein Gemenge oryktognostisch unterscheidbarer, krystallinisch gesonderter Bestandtheile darbieten! Diese Verschiedenheiten haben auf die Eintheilung der kosmischen Massen in zwei Classen, nickelhaltiges Meteor-Eisen und fein- oder grob-körnige Meteorsteine, geführt. Sehr charakteristisch ist die, nur einige Zehntel Linie dicke, oft pechartig glänzende, bisweilen geäderte Rinde ||). Sie hat bisher, so viel ich weiß,

*) Lettre de Mr. Edouard Biot à Mr. Quetelet sur les anciennes apparitions d'étoiles filantes en Chine im Bull. de l'Acad. de Bruxelles 1843 T. X. No. 7. p. 8. Ueber die Notiz aus dem Chronicon Ecclesiae Pragensis s. Boguslawski, den Sohn, in Poggend. Annalen Bd. XLVIII. S. 612. Zur Note S. 47 ist hinzuzufügen, daß die Bahnen von 4 Cometen (568, 574, 1337 und 1385) ebenfalls nach alleinigen chinesischen Beobachtungen berechnet worden sind. S. John Russell Hind in Schum. Astr. Nachr. 1844 Nr. 498.

†) Il paraît qu'un nombre, qui semble inépuisable, de corps trop petits pour être observés, se meuvent dans le ciel, soit autour du soleil, soit autour des planètes, soit peut-être même autour des satellites. On suppose que quand ces corps sont rencontrés par notre atmosphère, la différence entre leur vitesse et celle de notre planète est assez grand pour que le frottement qu'ils éprouvent contre l'air, les échauffe au point de les rendre incandescents, et quelquefois de les faire éclater. Si le groupe des étoiles filantes forme un anneau continu autour du soleil, sa vitesse de circulation pourra être très-différente de celle de la terre; et ses déplacements dans le ciel, par suite des actions planétaires, pourront encore rendre possible ou impossible, à différentes époques, le phénomène de la rencontre dans le plan de l'écliptique." Poisson, Recherches sur la probabilité des jugements p. 306—307.

‡) Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne (2 édit.) T. III. p. 310.

||) Schon Plinius (II, 56 und 58) war auf die Farbe der Rinde aufmerksam: colore adusto; auch das lateribus pluisse deutet auf das gebrannte äußere Ansehen der Aërolithen.

nur im Meteorstein von Chantonnay in der Vendée gefehlt, der dagegen, was eben so selten ist, Poren und Blasenräume wie der Meteorstein von Juvenas zeigt. Ueberall ist die schwarze Rinde von der hellgrauen Masse eben so scharf abgeschnitten, als der schwarze bleifarbene Ueberzug der weißen Granitblöcke*), die ich aus den Cataracten des Orinoco mitgebracht und die auch vielen Cataracten anderer Erdtheile (z. B. dem Nil- und dem Congo-Flusse) eigen sind. Im stärksten Feuer der Porzellan-Oefen kann man nichts hervorbringen, was der so rein von der unveränderten Grundmasse abgeschiedenen Rinde der Aërolithen ähnlich wäre. Man will zwar hier und da etwas bemerkt haben, was auf das Einkneten von Fragmenten könnte schließen lassen; aber im allgemeinen deuten die Beschaffenheit der Grundmasse, der Mangel von Abplattung durch den Fall, und die nicht sehr beträchtliche Erhitzung bei erster Berührung des eben gefallenen Meteorsteins keinesweges auf das Geschmolzensein des Inneren in dem schnell zurückgelegten Wege von der Grenze der Atmosphäre zur Erde hin.

Die chemischen Elemente, aus denen die Meteormassen bestehen und über welche Berzelius ein so großes Licht verbreitet hat, sind dieselben, welche wir zerstreut in der Erdrinde antreffen: 8 Metalle (Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Kupfer, Arsenik und Zinn), 5 Erdarten, Kali und Natron, Schwefel, Phosphor und Kohle; im Ganzen ⅓ aller uns bisher bekannten sogenannten einfachen Stoffe. Trotz dieser Gleichheit der letzten Bestandtheile, in welche unorganische Körper chemisch zersetzt werden, hat das Ansehen der Meteormassen doch durch die Art der Zusammensetzung ihrer Bestandtheile im allgemeinen etwas fremdartiges, den irdischen Gebirgsarten und Felsmassen unähnliches. Das fast in allen eingesprengte gediegene Eisen giebt ihnen einen eigenthümlichen, aber deshalb nicht selenitischen Charakter: denn auch in andern Welträumen und Weltkörpern, außerhalb des Mondes, kann Wasser ganz fehlen und können Oxydations-Processe selten sein.

Die kosmischen Schleimblasen, die organischen Nostoc-ähnlichen Massen, welche den Sternschnuppen seit dem Mittelalter zugeschrieben werden, die Schwefelkiese von Sterlitamak (westlich vom Uralgebirge), die das Innere von Hagelkörnern sollen gebildet haben†), gehören zu Mythen der Meteorologie. Nur das feinkörnige Gewebe, nur die Einmengung von Olivin, Augit und Labrador‡) geben einigen Aërolithen (z. B. dem doleritähnlichen von Juvenas im Ardèche-Departement), wie Gustav Rose gezeigt hat, ein mehr heimisches Ansehn. Diese enthalten nämlich krystallinische Substanzen, ganz denen unsrer Erdrinde gleich; und in der sibirischen Meteor-Eisenmasse von Pallas zeichnet sich der Olivin nur durch Mangel von Nickel aus, der dort durch Zinn-Oxyd ersetzt ist||). Da die Meteor-Olivine, wie die unsrer Basalte, 47 bis 49 Hunderttheile Talkerde enthalten und in den Meteorsteinen nach Berzelius meist die Hälfte der erdigen Bestandtheile ausmachen, so muß man nicht über den großen Gehalt an Silicaten von Talkerde in diesen kosmischen Massen erstaunen. Wenn der Aërolith von Juvenas trennbare Krystalle von Augit und Labrador enthält, so wird es durch das numerische Verhältniß der Bestandtheile auf's wenigste wahrscheinlich, daß die Meteormassen von Chateau Renard ein aus Hornblende und Albit bestehender Diorit, die von Blansko und Chantonnay ein Gemenge

---

*) Humb. Rel. hist. T. II. chap. XX. p. 299—302.

†) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 202.

‡) Derselbe in Poggend. Ann. 1825 Bd. IV. S. 173—192. Rammelsberg, Erstes Suppl. zum chem. Handwörterbuche der Mineralogie 1843 S. 102. „Es ist," sagt der scharfsinnige Olbers, „eine denkwürdige und noch unbeachtete Thatsache, daß man nie fossile Meteorsteine, wie fossile Muscheln, in Secundär- und Tertiärformationen gefunden hat. Sollte man daraus schließen können, daß vor der jetzigen letzten Ausbildung der Oberfläche unserer Erde noch keine Meteorsteine auf dieselbe herabgefallen sind, da gegenwärtig, nach Schreibers, wahrscheinlich in jedem Jahre an 700 Aërolithenfälle stattfinden?" (Olbers in Schum. Jahrb. 1838 S. 329.) Problematische, nickelhaltige Massen von gediegenem Eisen sind in Nord-Asien (Goldseifenwerk von Petropawlosk, 20 Meilen in SO. von Kusnezk) in 31 Fuß Tiefe und neuerlichst in den westlichen Karpathen (Gebirge Magura bei Szlanicz) gefunden worden. Beide sind den Meteorsteinen sehr ähnlich. Vergl. Erman, Archiv für wissenschaftliche Kunde von Rußland Bd. I. S. 315, und Haidinger's Bericht über die Szlaniczer Schürfe in Ungarn.

||) Berzelius, Jahresber. Bd. XV. S. 217 und 231. Rammelsberg, Handwörterb. Abth. II. S. 25—28.

von Hornblende und Labrador sind. Die Beweise, die man von den eben berührten oryktognostischen Aehnlichkeiten für einen tellurischen und atmosphärischen Ursprung der Aërolithen hernehmen will, scheinen mir nicht von großer Stärke. Warum sollten, und ich könnte mich auf ein merkwürdiges Gespräch von Newton und Conduit in Kensington berufen*), die Stoffe, welche zu Einer Gruppe von Weltkörpern, zu Einem Planetensysteme gehören, nicht großentheils dieselben sein können? warum sollten sie es nicht, wenn man vermuthen darf, daß diese Planeten, wie alle größeren und kleineren geballten um die Sonne kreisenden Massen, sich aus der einigen, einst weit ausgedehnteren Sonnen-Atmosphäre, wie aus dunstförmigen Ringen abgeschieden haben, die anfänglich um den Centralkörper ihren Kreislauf beschrieben? Wir sind, glaube ich, nicht mehr berechtigt, Nickel und Eisen, Olivin und Pyroxen (Augit) in den Meteorsteinen ausschließlich irdisch zu nennen, als ich mir erlauben würde, deutsche Pflanzen, die ich jenseits des Oby fand, als europäische Arten der nordasiatischen Flora zu bezeichnen. Sind in einer Gruppe von Weltkörpern verschiedenartiger Größe die Elementarstoffe dieselben, warum sollten sie nicht auch, ihrer gegenseitigen Anziehung folgend, sich nach bestimmten Mischungsverhältnissen gestalten können: in der Polarzone des Mars zu weißglänzendem Schnee und Eis, in anderen, kleineren kosmischen Massen zu Gebirgsarten, welche Olivin-, Augit- und Labrador-Krystalle einschließen? Auch in der Region des bloß Muthmaßlichen darf nicht eine ungeregelte, auf alle Induction verzichtende Willkühr der Meinungen herrschen.

Wundersame, nicht durch vulkanische Asche oder Höherauch (Moorrauch) erklärbare Verfinsterungen der Sonnenscheibe, während Sterne bei vollem Mittag zu sehen waren (wie die dreitägige Verfinsterung im Jahre 1547 um die Zeit der verhängnißvollen Schlacht bei Mühlberg), wurden von Kepler bald einer materia cometica, bald einem schwarzen Gewölk, die russige Ausdünstungen des Sonnenkörpers erzeugen, zugeschrieben. Kürzere, drei- und sechsstündige Verdunkelungen in den Jahren 1090 und 1203 erklärten Chladni und Schnurrer durch vorbeiziehende Meteormassen. Seitdem die Sternschnuppenströme, nach der Richtung ihrer Bahn, als ein geschlossener Ring betrachtet werden, sind die Epochen jener räthselhaften Himmelserscheinungen in einen merkwürdigen Zusammenhang mit den regelmäßig wiederkehrenden Sternschnuppenschwärmen gesetzt worden. Adolph Erman hat mit vielem Scharfsinn und genauer Zergliederung der bisher gesammelten Thatsachen auf das Zusammentreffen der Conjunction der Sonne sowohl mit den August-Asteroiden (7. Februar), als mit den November-Asteroiden (12. Mai, um die Zeit der im Volksglauben verrufenen kalten Tage Mamertus, Pancratius und Servatius) aufmerksam gemacht†).

Die griechischen Naturphilosophen, der größeren Zahl nach wenig zum Beobachten geneigt, aber beharrlich und unerschöpflich in der vielfältigsten Deutung des Halb-Wahrgenommenen, haben über Sternschnuppen und Meteorsteine Ansichten hinterlassen, von denen einige mit den jetzt ziemlich allgemein angenommenen von dem kosmischen Vorgange der Erscheinungen auffallend übereinstimmen. „Sternschnuppen“, sagt Plutarch‡) im Leben

---

*) „Sir Isaac said, he took all the planets to be composed of the same matter with this earth, viz. earth, water and stones, but variously concocted.“ Turner, Collections for the hist. of Grantham, cont. authentic Memoirs of Sir Isaac Newton p. 172.

†) Adolph Erman in Poggend. Ann. 1839 Bd. XLVIII. S. 582—601. Früher hatte Biot schon Zweifel gegen die Wahrscheinlichkeit erregt (Comptes rendus 1836 T. II. p. 670), daß der November-Strom Anfangs Mai wieder erscheinen müsse. Mädler hat die mittlere Temperatur-Erniedrigung in den verrufenen drei Maitagen durch 86jährige Berliner Beobachtungen geprüft (Verhandl. des Vereins zur Beförd. des Gartenbaues 1834 S. 377), und in den Temperaturen vom 11—13. Mai einen Rückschritt von 1°,22 gerade zu einer Zeit gefunden, in welche fast die schnellste Vermehrung der Wärme fällt Es wäre zu wünschen, daß das Phänomen dieser Temperatur-Erniedrigung, das man geneigt gewesen ist dem Schmelzen der Eismassen im Nordosten von Europa zuzuschreiben, an sehr entlegenen Punkten in Amerika oder in der südlichen Hemisphäre ermittelt würde. Vergl. Bull. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg 1843 T. I. No. 4.

‡) Plut. Vitae par. in Lysandro cap. 22. Die Erzählung des Daimachos (Daïmachos), nach welcher 70 Tage lang ununterbrochen eine feurige Wolke am Himmel gesehen wurde, die Funken wie Sternschnuppen sprühte und endlich, sich senkend, den Stein von Aegos Potamoi, „welcher nur ein unbedeutender Theil der Wolke war,“ niederfallen ließ, ist sehr unwahrscheinlich, weil die Richtung und Geschwindigkeit der Feuerkugel so viele Tage lang der Erde hätte gleich bleiben müssen,

des Lysander, „sind nach der Meinung einiger Physiker nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welches in der Luft unmittelbar nach der Entzündung erlösche, noch auch eine Entzündung und Entflammung der Luft, die in der oberen Region sich in Menge aufgelöst habe; sie sind vielmehr ein Fall himmlischer Körper, dergestalt, daß sie durch eine gewisse Nachlassung der Schwungkraft und durch den Wurf einer unregelmäßigen Bewegung herabgeschleudert werden, nicht bloß nach der bewohnten Erde, sondern auch außerhalb in das große Meer, weshalb man sie dann nicht findet." Noch deutlicher spricht sich Diogenes von Apollonia *) aus. Nach seiner Ansicht „bewegten sich, zusammen mit den sichtbaren, unsichtbare Sterne, die eben deshalb keine Namen haben. Diese fallen oft auf die Erde herab und erlöschen, wie der bei Aegos Potamoi feurig herabgefallene steinerne Stern." Der Apolloniate, welcher auch alle übrigen Gestirne (die leuchtenden) für bimssteinartige Körper hält, gründete wahrscheinlich seine Meinung von Sternschnuppen und Meteormassen auf die Lehre des Anaxagoras von Klazomenä, der sich alle Gestirne (alle Körper im Weltraume) „als Felsstücke" dachte, „die der feurige Aether in der Stärke seines Umschwunges von der Erde abgerissen und, entzündet, zu Sternen gemacht habe." In der ionischen Schule fielen also, nach der Deutung des Diogenes von Apollonia, wie sie uns überliefert worden ist, Aërolithen und Gestirne in eine und dieselbe Classe. Beide sind der ersten Entstehung nach gleich tellurisch, aber nur in dem Sinne, als habe die Erde, als Centralkörper, einst †) um sich her alles so gebildet, wie, nach unsern heutigen Ideen, die Planeten eines Systems aus der erweiterten Atmosphäre eines andern Centralkörpers, der Sonne, entstehen. Diese Ansichten sind also nicht mit dem zu verwechseln, was man gemeinhin tellurischen oder atmosphärischen Ursprung der Meteorsteine nennt, oder gar mit der wunderbaren Vermuthung des Aristoteles, nach welcher die ungeheure Masse von Aegos Potamoi durch Sturmwinde gehoben worden sei.

Eine vornehm thuende Zweifelsucht, welche Thatsachen verwirft, ohne sie ergründen zu wollen, ist in einzelnen Fällen fast noch verderblicher als unkritische Leichtgläubigkeit. Beide hindern die Schärfe der Untersuchung. Obgleich seit drittehalbtausend Jahren die Annalen der Völker von Steinfällen erzählen, mehrere Beispiele derselben durch unverwerfliche Augenzeugen außer allem Zweifel gesetzt waren, die Bätylien einen wichtigen Theil des Meteor-Cultus der Alten ausmachten, und die Begleiter von Cortes in Cholula den Aërolithen sahen, der auf die nahe Pyramide gefallen war; obgleich Khalifen und mongolische Fürsten sich von frisch gefallenen Meteorsteinen hatten Schwerdter schmieden lassen, ja Menschen durch vom Himmel gefallene Steine erschlagen wurden (ein Frate zu Crema am 4. September 1511, ein anderer Mönch in Mailand 1650, zwei schwedische Matrosen auf einem Schiffe 1674); so ist doch bis auf Chladni, der schon durch die Entdeckung seiner Klangfiguren sich ein unsterbliches Verdienst um die Physik erworben hatte, ein so großes

---

was bei der von Halley (Transact. Vol. XXIX. p. 163) beschriebenen Feuerkugel vom 19. Juli 1686 doch nur Minuten dauerte. Ob übrigens Daïmachos, der Schriftsteller περὶ εὐσεβείας, Eine Person mit dem Daïmachos aus Platäa sei, der von Seleucus nach Indien an den Sohn des Androkottos geschickt wurde und den Strabo p. 70, Casaub.) „einen Lügenredner" schimpft, bleibt ziemlich ungewiß. Man könnte es nach einer andern Stelle des Plut. Compar. Solonis c. Pop. cap. 4. fast glauben; auf jeden Fall haben wir hier nur die Erzählung eines sehr späten Schriftstellers, der 1½ Jahrhunderte nach dem berühmten Aërolithenfall in Thracien schrieb und dessen Wahrhaftigkeit Plutarch ebenfalls bezweifelt (vergl. oben Note ‖ Seite 51.)

*) Stob. ed. Heeren I, 25 p. 508. Plut. de plac. Philos. II, 13.

†) Die merkwürdige Stelle bei Plut. de plac. Philos. II, 13 heißt also: „Anaxagoras lehrt, daß der umgebende Aether feurig sei der Substanz nach; und durch die Stärke des Umschwunges reiße er Felsstücke von der Erde ab, entzünde dieselben und habe sie zu Sternen gemacht." Einem solchen Umschwunge (Centrifugalkraft) soll der Klazomenier, eine alte Fabel zu einem physischen Dogma benutzend, auch das Herabfallen des Nemäischen Löwen aus dem Monde in den Peloponnes zugeschrieben haben (Aelian. XII, 7; Plut. de facie in orbe lunae c. 24; Schol. ex Cod. Paris. in Apoll. Argon. lib. I. p. 498 ed. Schaef. T. II. p. 40; Meineke, Annal. Alex. 1843 p. 85). Wir haben demnach hier statt der Mondsteine ein Mondthier! Nach Böckh's scharfsinniger Bemerkung hat der alte Mythus des Nemäischen Mondlöwen einen astronomischen Ursprung und hängt symbolisch in der Chronologie mit den Schaltcyklen des Mond-Jahres, dem Mondcultus zu Nemea und den dortigen Festspielen zusammen.

kosmisches Phänomen fast unbeachtet, in seinem innigen Zusammenhange mit dem übrigen Planetensysteme unerkannt geblieben. Wer aber durchdrungen ist von dem Glauben an diesen Zusammenhang, den kann, wenn er für geheimnißvolle Natureindrücke empfänglich ist, nicht etwa bloß die glänzende Erscheinung der Meteorschwärme, wie im November-Phänomen und in der Nacht des heil. Laurentius, sondern auch jeder einsame Sternenschuß mit ernsten Betrachtungen erfüllen. Hier tritt plötzlich Bewegung auf mitten in dem Schauplatz nächtlicher Ruhe. Es belebt und es regt sich auf Augenblicke in dem stillen Glanze des Firmaments. Wo mit mildem Lichte die Spur des fallenden Sternes aufglimmt, versinnlicht sie am Himmelsgewölbe das Bild einer meilenlangen Bahn; die brennenden Asteroiden erinnern uns an das Dasein eines überall stofferfüllten Weltraums. Vergleichen wir das Volum des innersten Saturnstrabanten oder das der Ceres mit dem ungeheuren Volum der Sonne, so verschwinden in unserer Einbildungskraft die Verhältnisse von groß und klein. Schon das Verlöschen plötzlich auflodernder Gestirne in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger führt zu der Annahme dunkler Weltkörper. In kleine Massen geballt, kreisen die Sternschnuppen-Asteroiden um die Sonne, durchschneiden cometenartig die Bahnen der leuchtenden großen Planeten und entzünden sich, der Oberfläche unseres Dunstkreises nahe oder in den obersten Schichten desselben.

Mit allen andern Weltkörpern, mit der ganzen Natur jenseits unserer Atmosphäre stehen wir nur im Verkehr mittelst des Lichtes, mittelst der Wärmestrahlen, die kaum vom Lichte zu trennen sind*), und durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen nach der Quantität ihrer Körpertheile auf unsern Erdball, auf den Ocean und die Luftschichten ausüben. Eine ganz andere Art des kosmischen, recht eigentlich materiellen Verkehrs erkennen wir im Fall der Sternschnuppen und Meteorsteine, wenn wir sie für planetarische Asteroiden halten. Es sind nicht mehr Körper, die aus der Ferne bloß durch Erregung von Schwingungen leuchtend oder wärmend einwirken, oder durch Anziehung bewegen und bewegt werden; es sind materielle Theile selbst, welche aus dem Weltraume in unsere Atmosphäre gelangen und unserm Erdkörper verbleiben. Wir erhalten durch einen Meteorstein die einzig mögliche Berührung von etwas, das unserm Planeten fremd ist. Gewöhnt, alles Nicht-Tellurische nur durch Messung, durch Rechnung, durch Vernunftschlüsse zu kennen, sind wir erstaunt zu betasten, zu wiegen, zu zersetzen, was der Außenwelt angehört. So wirkt auf unsere Einbildungskraft eine reflectirende, geistige Belebung der Gefühle, da wo der gemeine Sinn nur verlöschende Funken am heitern Himmelsgewölbe, wo er im schwarzen Steine, der aus der krachenden Wolke herabstürzt, nur das rohe Product einer wilden Naturkraft sieht.

Wenn die Asteroiden-Schwärme, bei denen wir mit Vorliebe lange verweilt haben, durch ihre geringe Masse und die Mannigfaltigkeit ihrer Bahnen sich gewissermaßen den Cometen anschließen, so unterscheiden sie sich dagegen wesentlich dadurch, daß wir ihre Existenz fast nur in dem Augenblick ihrer Zerstörung kennen lernen, wenn sie, von der Erde gefesselt, leuchtend werden und sich entzünden. Um aber das Ganze von dem zu umfassen, was zu unserm, seit der Entdeckung der kleinen Planeten, der inneren Cometen von kurzem Umlaufe und der Meteor-Asteroiden so complicirt und formenreich erscheinenden Sonnensysteme gehört, bleibt uns der Ring des Thierkreislichtes übrig, dessen wir schon früher mehrmals erwähnt haben. Wer Jahre lang in der Palmen-Zone gelebt hat,

---

*) Folgende denkwürdige Stelle, eine der vielen Kepler'schen Inspirationen über Wärmestrahlung der Fixsterne, leises Verbrennen und Lebensprocesse findet sich in den Paralip. in Vitell. Astron. pars optica 1604 Propos. XXXII. p. 25: „Lucis proprium est calor, sydera omnia calefaciunt. De syderum luce claritatis ratio testatur, calorem universorum in minori esse proportione ad calorem unius solis, quam ut ab homine, cujus est certa caloris mensura, uterque simul percipi et judicari possit. De cincindularum lucula tenuissima negare non potes, quin cum calore sit. Vivunt enim et moventur, hoc autem non sine calefactione perficitur. Sed neque putrescentium lignorum lux suo calore destituitur; nam ipsa putredo quidam lentus ignis est. Inest et stirpibus suus calor." (Vergl. Kepler, Epit. Astron. Copernicanae 1618 T. I. lib. I. p. 35.)

dem bleibt eine liebliche Erinnerung von dem milden Glanze, mit dem das Thierkreislicht, pyramidal aufsteigend, einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet. Ich habe es, und zwar nicht bloß in der dünnen und trockenen Atmosphäre der Andes-Gipfel auf zwölf- oder vierzehntausend Fuß Höhe, sondern auch in den grenzenlosen Grasfluren (Llanos) von Venezuela, wie am Meeresufer, unter dem ewig heiteren Himmel von Cumana, bisweilen itensiv leuchtender als die Milchstraße im Schützen gesehen. Von einer ganz besondern Schönheit war die Erscheinung, wenn kleines duftiges Gewölk sich auf dem Zodiacallichte projicirte und sich malerisch abhob von dem erleuchteten Hintergrunde. Eine Stelle meines Tagebuches auf der Schifffahrt von Lima nach der westlichen Küste von Mexico gedenkt dieses Luftbildes. „Seit 3 oder 4 Nächten (zwischen 10° und 14° nördlicher Breite) sehe ich das Zodiacallicht in einer Pracht, wie es mir nie noch erschienen ist. In diesem Theile der Südsee ist, auch nach dem Glanze der Gestirne und Nebelflecke zu urtheilen, die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wundervoll groß. Vom 14. bis 19. März war sehr regelmäßig ¾ Stunden, nachdem die Sonnenscheibe sich in das Meer getaucht hatte, keine Spur vom Thierkreislichte zu sehen, obgleich es völlig finster war. Eine Stunde nach Sonnenuntergang wurde es auf einmal sichtbar, in großer Pracht zwischen Aldebaran und den Plejaden am 18. März 39° 5′ Höhe erreichend. Schmale langgedehnte Wolken erscheinen zerstreuet in lieblichem Blau, tief am Horizont, wie vor einem gelben Teppich. Die oberen spielen von Zeit zu Zeit in bunten Farben. Man glaubt, es sei ein zweiter Untergang der Sonne. Gegen diese Seite des Himmelsgewölbes hin scheint uns dann die Helligkeit der Nacht zuzunehmen, fast wie im ersten Viertel des Mondes. Gegen 10 Uhr war das Zodiacallicht hier in der Südsee gewöhnlich schon sehr schwach, um Mitternacht sah ich nur eine Spur desselben. Wenn es den 16. März am stärksten leuchtete, so ward gegen Osten ein Gegenschein von mildem Lichte sichtbar." In unserer trüben, sogenannten gemäßigten, nördlichen Zone ist das Thierkreislicht freilich nur im Anfang des Frühlings nach der Abend-Dämmerung über dem westlichen, am Ende des Herbstes vor der Morgen-Dämmerung über dem östlichen Horizonte deutlich sichtbar.

Es ist schwer zu begreifen, wie eine so auffallende Naturerscheinung erst um die Mitte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen auf sich gezogen hat, wie dieselbe den vielbeobachtenden Arabern im alten Bactrien, am Euphrat und im südlichen Spanien hat entgehen können. Fast gleiche Verwunderung erregt die späte Beobachtung der erst von Simon Marius und Huygens beschriebenen Nebelflecke in der Andromeda und im Orion. Die erste ganz deutliche Beschreibung des Zodiacallichts ist in Childrey's Britannia Baconica *) vom Jahr 1661 enthalten; die erste Beobachtung mag zwei oder drei Jahre früher gemacht worden sein; doch bleibt dem Dominicus Cassini das unbestreitbare Verdienst, zuerst (im Frühjahr 1683) das Phänomen in allen seinen räumlichen Verhältnissen ergründet zu haben. Was er 1668 in Bologna, und zu derselben

*) „There is another thing, which I recommend to the observation of mathematical men: which is, that in February, and for a little before, and a little after that month (as I have observed several years together) about six in the evening, when the Twilight hath almost deserted the horizon, you shall see a plainly discernable way of the Twilight striking up toward the Pleiades, and seeming almost to touch them. It is so observed any clear night, but it is best illac nocte. There is no such way to be observed at any other time of the year (that I can perceive), nor any other way at that time to be perceived darting up elsewhere. And I believe, it hath been, and will be constantly visible at that time of the year. But what the cause of it in nature should be, I cannot yet imagine, but leave it to further enquiry." Childrey, Britannia Baconica 1661 p. 183. Dies ist die erste Ansicht und einfache Beschreibung der Erscheinung (Cassini, Découverte de la lumière céleste qui paroît dans le zodiaque in den Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 276. Mairan, Traité phys. de l'Aurore boréale 1754 p. 16). In dem eben angeführten sonderbaren Buche von Childrey finden sich auch schon (p. 91) sehr verständige Angaben über die Epoche des Eintretens der Maxima und Minima in der Vertheilung der Jahreswärme, wie in dem Gange der täglichen Temperatur; Angaben über Verspätung der Extreme des Effects in den meteorologischen Processen. Leider lehrt aber auch (p. 148) der baconisch-philosophirende Kaplan des Lord Henry Somerset (wie Bernardin de St. Pierre), daß die Erde an den Polen zugespitzt sei. Sie war ursprünglich, sagt er, kugelrund, aber die ununterbrochen fortschreitende Zunahme der Eisschichten an beiden Polen verändert die Figur des Erdkörpers; und da das Eis sich aus Wasser bildet, nimmt die Wassermenge überall ab.

Zeit der berühmte Reisende Chardin in Persien sahen (die Hofastrologen zu Ispahan nannten das von ihnen nie zuvor gesehene Licht nyzek, eine **kleine Lanze**), war nicht, wie man oft behauptet hat*), das Thierkreislicht, sondern der ungeheure Schweif eines Cometen, dessen Kopf sich in den Dünsten des Horizonts verbarg, und der selbst der Lage und Erscheinung nach viel ähnliches mit dem großen Cometen von 1843 hatte. Mit nicht geringer Wahrscheinlichkeit kann man vermuthen, daß das merkwürdige von der Erde pyramidal aufsteigende Licht, welches man auf der Hochebene von Mexico 1509, vierzig Nächte lang, am östlichen Himmel beobachtete und dessen Erwähnung ich in einem alt-aztekischen Manuscripte der königl. Pariser Bibliothek, im Codex Telleriano-Remensis †), aufgefunden, das Thierkreislicht war.

Die in Europa von Childrey und Dominicus Cassini entdeckte und doch wohl uralte Erscheinung ist nicht die leuchtende Sonnen-Atmosphäre selbst, da diese nach mechanischen Gesetzen nicht abgeplatteter als im Verhältniß von 2 : 3, und demnach nicht ausgedehnter als bis $^{9}/_{20}$ der Merkursweite sein könnte. Eben diese Gesetze bestimmen, daß bei einem rotirenden Weltkörper, über seinem Aequator, die Höhe der äußersten Grenze der Atmosphäre, der Punkt nämlich, wo Schwere und Schwungkraft im Gleichgewicht sind, nur die ist, in welcher ein Satellit gleichzeitig mit der Achsendrehung des Weltkörpers um diesen laufen würde‡). Eine solche **Beschränktheit** der Sonnen-Atmosphäre in ihrem **jetzigen**

---

*) Dominicus Cassini (Mém. de l'Acad. T. VIII. 1730 p. 188) und Mairan (Aurore bor. p. 16) haben selbst die Behauptung aufgestellt, daß das 1668 in Persien gesehene Phänomen das Zodiacallicht gewesen sei. **Delambre** (Hist. de l'Astron. moderne T. II. p. 742) schreibt die Entdeckung dieses Lichtes bestimmt dem berühmten Reisenden **Chardin** zu; aber sowohl im Couronnement de Soliman, als in mehreren Stellen seiner Reisebeschreibung (éd. de Langlès T. IV. p. 326, T. X. p. 97) erwähnt Chardin als niazouk (nyzek) oder petite lance nur: „la grande et fameuse comète qui parut presque par toute la terre en 1668 et dont la tête étoit cachée dans l'occident de sorte qu'on ne pouvoit en rien apercevoir sur l'horizon d'Ispahan." (Atlas du Voyage de Chardin Tab. IV., nach den Beobachtungen in **Schiras**. Der Kopf oder Kern dieses Cometen ist aber in Brasilien und in Indien gesehen worden (**Pingré**, Cométogr. T. II, p. 22). Ueber die Vermuthung der Identität des letzten großen Cometen vom März 1843 mit dem, welchen Cassini für das Zodiacallicht hielt, s. Schum. Astr. Nachr. 1843 Nr. 476 und 480. Im Persischen werden nîzehi âteschîn (feurige Spieße oder Lanzen) auch für die Strahlen der auf- oder untergehenden Sonne gebraucht, wie nayâzik nach Freytag's arabischem Lexicon stellae cadentes bedeutet. Die Vergleichung der Cometen mit Lanzen und Schwertern war übrigens besonders dem Mittelalter in allen Sprachen sehr gewöhnlich. Selbst der große Comet, welcher vom April bis Junius 1500 gesehen wurde, heißt bei den italiänischen Schriftstellern der Zeit immer il Signor Astone (s. mein Examen critique de l'Hist. de la Géographie T. V. p. 80). — Die vielfach geäußerten Vermuthungen, daß **Descartes** (**Cassini** p. 230, **Mairan** p. 16) oder gar **Kepler** (**Delambre** T. I, p. 601) das Zodiacallicht gekannt hätten, scheinen mir ganz unhaltbar. **Descartes** (Principes III, art. 136. 137.) spricht auf eine sehr dunkle Weise, wie Cometenschweife entstehen: „par des rayons obliques qui, tombant sur diverses parties des orbes planétaires, viennent des parties latérales à notre oeil par une réfraction extraordinaire;" auch wie Morgens und Abends Cometenschweife „comme une longue *poutre*" gesehen werden könnten, wenn die Sonne zwischen dem Cometen und der Erde steht. Diese Stelle ist so wenig auf das Zodiacallicht zu deuten, als das, was **Kepler** (Epit. Astron. Copernicanae T. I, p. 57 und T. II, p. 893) von der Existenz einer Sonnen-Atmosphäre (limbus circa solem, coma lucida) sagt, welche in totalen Sonnenfinsternissen hindert, „daß es ganz Nacht werde." Noch unsicherer oder vielmehr irriger ist die Behauptung, daß die „trabes quas δοκοὺς vocant, (**Plin.** II, 26 und 27) eine Andeutung des zungenförmig aufsteigenden Zodiacallichts seien, wie **Cassini** (p. 231 art. XXXI.) und **Mairan** (p. 15) vorgeben. Ueberall bei den Alten sind die trabes mit Boliden (ardores et faces) und anderen feurigen Meteoren in Verbindung gesetzt, auch wohl gar mit den langbärtigen Cometen. Ueber δοκός, δοκίας, δοκίτης s. **Schäfer** Schol. Par. ad Apoll. Rhod. 1813 T. II, p. 206; **Pseudo-Aristot.** de Mundo 2, 9; Comment. Alex., Joh. Philop. et Olymp. in Aristot. Meteor. lib. I. cap. VII, 3 p. 159, Ideler; **Seneca**, Nat. Quaest. I, 1.

†) **Humboldt**, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II, p. 301. Das seltene Manuscript, welches dem Erzbischof von Rheims, **Le Tellier**, gehört hat, enthält sehr verschiedenartige Auszüge aus einem aztekischen Ritualbuche, aus einem astrologischen Kalender und aus historischen Annalen von 1197—1549. Die letztgenannten geben zugleich Naturerscheinungen, Epochen der Erdbeben, Cometen, wie die von 1490 und 1529, und für die mexicanische Chronologie wichtige Sonnenfinsternisse an. In der handschriftlichen Historia de Tlascala, von **Camargo**, wird das in Osten bis fast zum Zenith aufsteigende Licht sonderbar genug „funkelnd und wie dick mit Sternen besäet" genannt. Auf vulkanische Ausbrüche des Popocatepetl, der sehr nahe in Südosten liegt, paßt die Beschreibung der vierzigtägigen Erscheinung gar nicht (**Prescott**, Hist. of the Conquest of Mexico Vol. I, p. 284). Neuere Commentatoren haben diese Erscheinung, die Montezuma als eine der ihm Unglück verheißenden ansah, mit der „estrella que humeava" (eigentlich: welche **sprudelte**; mexicanisch choloa, **springen** und **sprudeln**) verwechselt. Ueber den Zusammenhang dieses **Dampfes** mit dem Stern **Citlal Choloha** (Venus) und dem **Sternberge** (**Citlaltepetl**, dem Vulkan von Orizaba) s. meine Monumens T. II, p. 303.

‡) **Laplace**, Expos. du Syst. du Monde p. 270; Mécanique celeste T. II, p. 169 und 171. **Schubert** Astr. Bd. III, § 206.

in geschlossenen Ringen, wie in Ströme zusammengedrängt, sich bewegen; endlich einen leuchtenden **Nebelring**, welcher der Erdbahn nahe um die Sonne kreist, und dem, seiner Lage wegen, der Name des **Zodiacallichtes** verbleiben kann. Ueberall herrscht das **Gesetz der Wiederkehr** in den Bewegungen, so verschieden auch das Maaß der Wurfgeschwindigkeit oder die Menge der zusammengeballten materiellen Theile ist; nur die Asteroiden, die aus dem Weltraume in unsern Dunstkreis fallen, werden in der Fortsetzung ihres planetarischen Umschwunges gehemmt und einem größeren Planeten angeeignet. In dem Sonnensystem, dessen Grenzen die anziehende Kraft des Centralkörpers bestimmt, werden Cometen bis zu einer Ferne von 44 Uranusweiten in ihrer elliptischen Laufbahn zur Wiederkehr umgelenkt; ja in diesen Cometen selbst, deren Kern uns, bei der geringen Masse, welche sie enthalten, wie ein hinziehendes **kosmisches Gewölk** erscheint, fesselt dieser Kern, durch seine Anziehung, noch die äußersten Theile des Schweifes in einer viele Millionen Meilen langen Ausströmung. So sind die Centralkräfte die bildenden, gestaltenden, aber auch die erhaltenden Kräfte eines Systems.

Unsere Sonne kann in Beziehung auf alle wiederkehrenden zu ihr gehörigen, großen und kleinen, dichten und fast nebelartigen Weltkörper als **ruhend** betrachtet werden, doch um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des ganzen Systemes kreisend, welcher bisweilen in sie selbst fällt, d. h. trotz der veränderlichen Stellung der Planeten bisweilen in ihrem körperlichen Umfange beharret. Ganz verschieden von dieser Erscheinung ist die translatorische Bewegung der Sonne, die fortschreitende Bewegung des Schwerpunkts des ganzen Sonnensystems im Weltraume. Sie geschieht mit einer solchen Schnelligkeit*), daß, nach Bessel, die relative Bewegung der Sonne und des 61sten Sterns im Schwan nicht minder, in einem Tage, als 834000 geographische Meilen beträgt. Dieser Ortsveränderung des ganzen Sonnensystems würden wir unbewußt bleiben, wenn nicht durch die bewundernswürdige Genauigkeit der jetzigen astronomischen Meßinstrumente und durch die Fortschritte der beobachtenden Astronomie unser Fortrücken an fernen Sternen, wie an Gegenständen eines scheinbar bewegten Ufers, merklich würde. Die eigene Bewegung des 61sten Sterns im Sternbild des Schwans z. B. ist so beträchtlich, daß sie in 700 Jahren schon bis zu einem ganzen Grade wird angewachsen sein.

Das Maaß oder die Quantität solcher Veränderungen am Fixsternhimmel (Veränderungen in der relativen Lage selbstleuchtender Gestirne gegen einander) ist mit mehr Sicherheit zu bestimmen, als die Erscheinung selbst genetisch zu deuten. Wenn auch schon abgezogen worden, was dem Vorrücken der Nachtgleichen und der Nutation der Erdachse, als Folge der Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die sphäroidische Gestalt der Erde, was der Fortpflanzung, d. i. Abirrung des Lichtes, und der durch die diametral entgegengesetzte Stellung der Erde in ihrem Umlauf um die Sonne erzeugten Parallaxe zugehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixsterne doch immer noch zugleich enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der eigenen wirklichen Bewegung der Sterne ist. Die schwierige numerische Sonderung dieser beiden Elemente der eigenen und der scheinbaren Bewegung hat man durch die sorgfältige Angabe der Richtungen in der Bewegung der einzelnen Sterne und durch die Betrachtung möglich gemacht, daß, wenn alle Sterne in absoluter Ruhe wären, sie sich perspectivisch von dem Punkt entfernen würden, gegen den die Sonne ihren Lauf richtet. Das Endresultat der Untersuchung, welches die Wahrscheinlichkeits-Rechnung bestätigt, ist gewesen, daß beide, unser Sonnensystem und die Sterne, ihren Ort im Weltraum verändern. Nach der vortrefflichen Untersuchung von Argelander, der (in Abo) die von Wilhelm Herschel und Prevost unternommene Arbeit erweitert†) und ansehnlich vervollkommnet

---

*) **Bessel** in Schum. Jahrb. für 1839 S. 51; vielleicht 1 Million Meilen täglich, auf das mindeste in **relativer** Geschwindigkeit 834000 Meilen, also mehr als die doppelte Umlaufsgeschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn um die Sonne.

†) Ueber Bewegung des Sonnensystems nach Brad-

hat, bewegt sich die Sonne gegen das Sternbild des Hercules, und zwar sehr wahrscheinlich nach einem Punkte hin, der aus der Combination von 537 Sternen (für das Aequin. von 1792,5) in 257° 49',7 A. R.; + 28° 49',7 Decl. liegt. Es bleibt in dieser Classe der Untersuchungen von großer Schwierigkeit, die absolute Bewegung von der relativen zu trennen, und zu bestimmen, was dem Sonnensystem allein zugehört.

Betrachtet man die nicht perspectivischen eigenen Bewegungen der Sterne, so scheinen viele gruppenweise in ihrer Richtung entgegengesetzt; und die bisher gesammelten Thatsachen machen es auf's wenigste nicht nothwendig, anzunehmen, daß alle Theile unsrer Sternenschicht oder gar der gesammten Sterneninseln, welche den Weltraum füllen, sich um einen großen, unbekannten, leuchtenden oder dunkeln Centralkörper bewegen. Das Streben nach den letzten und höchsten Grundursachen macht freilich die reflectirende Thätigkeit des Menschen, wie seine Phantasie, zu einer solchen Annahme geneigt. Schon der Stagirite hatte ausgesprochen, daß „alles, was bewegt wird, auf ein Bewegendes zurückführe, und es nur ein unendliches Verschieben der Ursachen wäre, wenn es nicht ein erstes unbeweglich Bewegendes*) gäbe."

Die gruppenweise so mannigfaltigen Ortsveränderungen der Gestirne, nicht die parallactischen, der Ortsveränderung des Beobachters unterworfenen, sondern die wirklichen, im Weltraum unausgesetzt fortschreitenden, offenbaren uns auf das unwidersprechlichste, durch eine Classe von Erscheinungen, durch die Bewegung der Doppelsterne, durch das Maaß ihrer langsameren oder schnelleren Bewegung in verschiedenen Theilen ihrer elliptischen Bahnen, das Walten der Gravitations-Gesetze auch jenseits unsers Sonnensystems, in den fernsten Regionen der Schöpfung. Die menschliche Neugier braucht nicht mehr auf diesem Felde in unbestimmten Vermuthungen, in der ungemessenen Ideenwelt der Analogien Befriedigung zu suchen. Sie ist durch die Fortschritte der beobachtenden und rechnenden Astronomie endlich auch hier auf sicheren Boden gelangt. Es ist nicht sowohl die Erstaunen erregende Zahl der bereits aufgefundenen, um einen außer ihnen liegenden Schwerpunkt kreisenden, doppelten und vielfachen Sterne (an 2800 bis zum Jahr 1837); es sind die Erweiterung unsers Wissens von den Grundkräften der ganzen Körperwelt, die Beweise von der allverbreiteten Herrschaft der Massenanziehung, welche zu den glänzendsten Entdeckungen unsrer Epoche gehören. Die Umlaufszeit zweifarbiger Doppelsterne bietet die mannigfaltigsten Unterschiede dar; sie erstrecken sich von 43 Jahren, wie in η der Krone, bis zu mehreren Tausenden, wie bei 66 des Wallfisches, 38 der Zwillinge und 100 der Fische. Seit Herschel's Messungen im Jahr 1782 hat in dem dreifachen Systeme von ζ des Krebses der nähere Begleiter nun schon mehr als einen vollen Umlauf zurückgelegt. Durch geschickte Combination der veränderten Distanzen und Positionswinkel †) werden die Elemente der Bahnen gefunden, ja Schlüsse über die absolute Entfernung der Doppelsterne von der Erde und die Vergleichung ihrer Masse mit der Masse der Sonne gezogen. Ob aber hier und in unserm Sonnensystem die Quantität der Materie das alleinige Maaß der anziehenden Kräfte sei, oder ob nicht zugleich specifische, nicht der Masse proportionale Attractionen wirksam sein können, wie Bessel zuerst erwiesen hat, ist eine Frage, deren factische Lösung der späteren Zukunft vorbehalten bleibt ‡).

ley, Tobias Mayer, Lambert, Lalande und William Herschel s. Arago im Annuaire 1842 p. 388—399. Argelander in Schum. Astron. Nachr. Nr. 363. 364. 398. und in der Abhandlung von der eigenen Bewegung des Sonnensystems 1837 S. 43 über den Perseus als Centralkörper der ganzen Sternschicht; auch Otho Struve im Bull. de l'Acad. de St. Pétersb. 1842 T. X. No. 9. p. 137—139. Nach Letzterem wird durch eine spätere Combination für die Richtung der Sonnenbewegung gefunden; 261° 23' A. R.; + 37° 36' Decl., und im Mittel aus Argelander's und seiner eigenen Arbeit durch eine Combination von 797 Sternen; 259° 9' A. R.; + 34° 36' Decl.

*) Aristot. de Coelo III, 2 p. 301, Bekker; Phys. XIII, 5 p. 256.

†) Savary in der Connaissance des tems 1830 p. 56 und 163. Encke, Berl. Jahrb. 1832 S. 253 ff. Arago im Annuaire 1834 p. 260—295. John Herschel in Mem. of the Astron. Soc. Vol. V. p. 171.

‡) Bessel, Untersuchung des Theils der planetarischen Störungen, welche aus der Bewegung der Sonne entstehen, in Abh. der Berl. Akad. der Wissensch. 1824 (Mathem. Classe) S. 2—6. Die Frage war angeregt worden durch Johann Tobias Mayer in Comment. Soc. Reg. Gotting. 1804—1808 Vol. XVI p. 31—68.

Wenn wir in der linsenförmigen Sternenschicht, zu der wir gehören, unsre Sonne mit den andern sogenannten Firsternen, also mit anderen selbstleuchtenden Sonnen, vergleichen, so finden wir wenigstens bei einigen derselben Wege eröffnet, welche annäherungsweise, innerhalb gewisser äußersten Grenzen, zu der Kenntniß ihrer Entfernung, ihres Volums, ihrer Masse, und der Geschwindigkeit der Ortsveränderung leiten können. Nehmen wir die Entfernung des Uranus von der Sonne zu 19 Erdweiten, d. h. zu 19 Abständen der Sonne von der Erde an, so ist der Centralkörper unsres Planetensystems vom Sterne α im Sternbilde des Centauren 11900, von 61 im Sternbilde des Schwans fast 31300, von α im Sternbilde der Leier 41600 Uranusweiten entfernt. Die Vergleichung des Volums der Sonne mit dem Volum der Firsterne erster Größe ist von einem äußerst unsichern optischen Elemente, dem scheinbaren Durchmesser der Firsterne, abhängig. Nimmt man nun mit Herschel den scheinbaren Durchmesser des Arcturus auch nur zum zehnten Theil einer Secunde an, so ergiebt sich daraus doch der wirkliche Durchmesser dieses Sterns noch eilfmal größer als der der Sonne *). Die durch Bessel bekannt gewordene Entfernung des 61sten Sterns des Schwans hat annäherungsweise zu der Kenntniß der Menge von körperlichen Theilen geführt, welche derselbe als Doppelstern enthält. Ohnerachtet seit Bradley's Beobachtungen der durchlaufene Theil der scheinbaren Bahn noch nicht groß genug ist, um daraus mit Genauigkeit auf die wahre Bahn und den größten Halbmesser derselben schließen zu können; so ist es doch dem großen Königsberger Astronomen †) wahrscheinlich geworden, „daß die Masse jenes Doppelsterns nicht beträchtlich kleiner oder größer ist, als die Hälfte der Masse unsrer Sonne." Dies ist das Resultat einer wirklichen Messung. Analogien, welche von der größeren Masse der mondenbegleiteten Planeten unsres Sonnensystems und von der Thatsache hergenommen werden, daß Struve sechsmal mehr Doppelsterne unter den helleren Firsternen als unter den telescopischen findet, haben andere Astronomen vermuthen lassen, daß die Masse der größeren Zahl der Sternenpaare, im Durchschnitt ‡), die Sonnenmasse übertrifft. Allgemeine Resultate sind hier noch lange nicht zu erlangen. In Bezug auf eigene Bewegung im Weltraume gehört unsre Sonne nach Argelander in die Classe der stark bewegten Firsterne.

Der Anblick des gestirnten Himmels, die relative Lage der Sterne und Nebelflecke, wie die Vertheilung ihrer Lichtmassen, die landschaftliche Anmuth des ganzen Firmaments, wenn ich mich eines solchen Ausdrucks bedienen darf, hangen im Lauf der Jahrtausende gleichmäßig ab von der eigenen wirklichen Bewegung der Gestirne und Lichtnebel, von der Translation unsres Sonnensystems im Weltraume, von dem einzelnen Auflodern neuer Sterne und dem Verschwinden oder der plötzlich geschwächten Licht-Intensität der älteren, endlich und vorzüglich von den Veränderungen, welche die Erdachse durch die Anziehung der Sonne und des Mondes erleidet. Die schönen Sterne des Centaur und des südlichen Kreuzes werden einst in unseren nördlichen Breiten sichtbar werden, während andere Sterne (Sirius und der Gürtel des Orion) dann niedersinken. Der ruhende Nordpol wird nach und nach durch Sterne des Cepheus (β und α) und des Schwans (δ) bezeichnet werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier als der prachtvollste aller möglichen Polarsterne erscheinen wird. Diese Angaben versinnlichen uns die Größe von Bewegungen, welche in unendlich kleinen Zeittheilen ununterbrochen, wie eine ewige Weltuhr, fortschreiten. Denken wir uns, als ein Traumbild der Phantasie, die Schärfe unserer Sinne übernatürlich bis zur äußersten Grenze des telescopischen Sehens erhöht, und zusammengedrängt, was durch große Zeitabschnitte getrennt ist, so verschwindet urplötzlich alle Ruhe des räumlichen

---

*) Philos. Transact. for 1803 p. 225. Arago im Annuaire 1842 p. 375. Will man sich die etwas früher im Texte bezeichnete Entfernung der Firsterne bequemer versinnlichen, so erinnere man sich, daß, wenn die Erde von der Sonne in einem Fuß Entfernung angenommen wird, Uranus 19 Fuß und Wega der Leier 34½ geographische Meilen von der Sonne entfernt ist.

†) Bessel in Schum. Jahrbuche 1839 S. 53.

‡) Mädler, Astr. S. 476. Derselbe in Schum. Jahrb. 1839 S. 95.

Seins. Wir finden die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen; Nebelflecke wie kosmische Gewölke umherziehen, sich verdichten und lösen, die Milchstraße an einzelnen Punkten aufbrechen und ihren Schleier zerreißen; Bewegung eben so in jedem Punkte des Himmelsgewölbes walten, wie auf der Oberfläche der Erde in den keimenden, blättertreibenden, Blüthen entfaltenden Organismen der Pflanzendecke. Der berühmte spanische Botaniker Cavanilles hat zuerst den Gedanken gehabt, „Gras wachsen" zu sehen, indem er in einem stark vergrößernden Fernrohr den horizontalen Micrometer-Faden bald auf die Spitze des Schößlings einer Bambusa, bald auf die des so schnell sich entwickelnden Blüthenstengels einer amerikanischen Aloe (Agave americana) richtete: genau wie der Astronom den culminirenden Stern auf das Fadenkreuz setzt. In dem Gesammtleben der physischen Natur, der organischen wie der siderischen, sind an Bewegung zugleich das Sein, die Erhaltung und das Werden geknüpft.

Das Aufbrechen der Milchstraße, dessen ich oben erwähnte, bedarf hier noch einer besonderen Erläuterung. Wilhelm Herschel, der sichere und bewundernswürdige Führer in diesen Welträumen, hat durch seine Stern-Aichungen gefunden, daß die telescopische Breite der Milchstraße eine sechs bis sieben Grad größere Ausdehnung hat, als unsre Sternkarten und der dem unbewaffneten Auge sichtbare Sternschimmer verkündigen *). Die zwei glänzenden Knoten, in welchen die beiden Zweige der Zone sich vereinigen, in der Gegend des Cepheus und der Cassiopea, wie um den Scorpion und Schützen, scheinen eine kräftige Anziehung auf die benachbarten Sterne auszuüben; zwischen β und γ des Schwans aber, in der glanzvollsten Region, zieht sich von 330000 Sternen, die in 5° Breite gefunden werden, die eine Hälfte nach einer Seite, die andere nach der entgegengesetzten hin. Hier vermuthet Herschel den Aufbruch der Schicht †). Die Zahl der unterscheidbaren, durch keinen Nebel unterbrochenen telescopischen Sterne der Milchstraße wird auf 18 Millionen geschätzt. Um die Größe dieser Zahl, ich sage nicht zu fassen, aber mit etwas analogem zu vergleichen, erinnere ich, daß von erster bis sechster Größe am ganzen Himmel nur etwa 8000 Sterne mit bloßem Auge gesehen werden. In dem unfruchtbaren Erstaunen, was Zahl- und Raumgrößen ohne Beziehung auf die geistige Natur oder das Empfindungsvermögen des Menschen erregen, begegnen sich übrigens die Extreme des Räumlichen, die Weltkörper mit dem kleinsten Thierleben. Ein Cubikzoll des Polirschiefers von Bilin enthält, nach Ehrenberg, 40000 Millionen von kieselartigen Panzern der Galionellen.

Der Milchstraße der Sterne, welcher nach Argelander's scharfsinniger Bemerkung überhaupt die helleren Sterne des Firmaments merkwürdig genähert erscheinen, steht beinahe rechtwinklig eine Milchstraße von Nebelflecken entgegen. Die erstere bildet nach Sir John Herschel's Ansichten einen Ring, einen freistehenden, von der linsenförmigen Sterneninsel etwas fernen Gürtel, ähnlich dem Ring des Saturn. Unser Planetensystem liegt excentrisch, der Gegend des Kreuzes näher als dem diametral gegenüberliegenden Punkte der Cassiopea ‡). In einem von Messier 1774 entdeckten, aber unvollkommen gesehenen Nebelflecke scheint das Bild unserer Sternschicht und des getheilten Ringes unsrer Milchstraße mit wundervoller Aehnlichkeit gleichsam abgespiegelt ||). Die Milchstraße der Nebelflecke gehört nicht unserer Sternschicht selbst an; sie umgiebt dieselbe, ohne physischen Zusammenhang mit ihr, in großer Entfernung, und zieht sich hin, fast in der Gestalt eines größten Kreises, durch die dichten Nebel der Jungfrau (besonders am nörd-

---

*) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1817 P. II. p. 328.

†) Arago im Annuaire 1842 p. 459.

‡) Sir John Herschel in einem Briefe aus Feldhuysen vom 13. Januar 1836. Nicholl, Archit. of the Heavens 1838 p. 22. (S. auch einzelne Andeutungen von Sir William Herschel über den sternleeren Raum, der uns in großem Abstande von der Milchstraße trennt, in den Philos. Transact. for 1817 P. II, p. 328.

||) Sir John Herschel, Astron. § 624. Derselbe in Observations of Nebulae and Clusters of Stars (Transact. 1833 P. II, p. 479 fig. 25): „we have here a brother System bearing a real physical resemblance and strong analogy of structure of our own."

lichen Flügel), durch das Hauptthaar der Berenice, den großen Bären, den Gürtel der Andromeda und den nördlichen Fisch. Sie durchschneidet wahrscheinlich in der Cassiopea die Milchstraße der Sterne, und verbindet ihre sternarmen, durch haufenbildende Kraft verödeten Pole *) da, wo die Sternschicht räumlich die mindere Dicke hat.

Es folgt aus diesen Betrachtungen, daß, während unser Sternhaufe in seinen auslaufenden Aesten Spuren großer, im Laufe der Zeit vorgefallener Umbildungen an sich trägt und, durch secundäre Anziehungspunkte, sich aufzulösen und zu zersetzen strebt, derselbe von zwei Ringen, einem sehr fernen, der Nebel, und einem näheren, der Sterne, umgeben wird. Dieser letztere Ring (unsere Milchstraße) ist ein Gemisch von nebellosen Sternen, im Durchschnitte von zehnter bis eilfter Größe †), einzeln aber betrachtet sehr verschiedenartiger Größe, während isolirte Sternhaufen (Sternschwärme) fast immer den Charakter der Gleichartigkeit haben.

Ueberall, wo mit mächtigen, raumdurchdringenden Fernröhren das Himmelsgewölbe durchforscht ist, werden Sterne, sei es auch nur telescopische 20ster bis 24ster Ordnung, oder leuchtende Nebel gesehen. Ein Theil dieser Nebel würde wahrscheinlich für noch kräftigere optische Werkzeuge sich in Sterne auflösen. Unsere Netzhaut erhält den Eindruck einzelner oder sehr zusammengedrängter Lichtpunkte, woraus, wie Arago neuerlichst gezeigt hat, ganz verschiedene photometrische Verhältnisse der Lichtempfindung ‡) entstehen. Der kosmische Nebel, gestaltet oder formlos, allgemein verbreitet, durch Verdichtung Wärme erzeugend, modificirt wahrscheinlich die Durchsichtigkeit des Weltraums, und vermindert die gleichartige Intensität der Helligkeit, welche nach Halley und Olbers entstehen müßte, wenn jeder Punkt des Himmelsgewölbes, der Tiefe nach, von einer endlosen Reihe von Sternen bedeckt wäre ‖). Die Annahme einer solchen Bedeckung widerspricht der Beobachtung. Diese zeigt große ganz sternleere Regionen, Oeffnungen im Himmel, wie Wilhelm Herschel sie nennt, eine im Scorpion, vier Grad breit, eine andere in der Lende des Schlangenträgers. In der Nähe beider, nahe an ihrem Rande, befinden sich auflösliche Nebelflecke. Der, welcher am westlichen Rande der Oeffnung im Scorpion steht, ist einer der reichsten und zusammengedrängtesten Haufen kleiner Sterne, welche den Himmel zieren. Auch schreibt Herschel der Anziehung und haufenbildenden Kraft dieser Randgruppen ¶) die Oeffnungen selbst als sternleere Regionen zu. „Es sind Theile unserer Sternschicht," sagt er in der schönen Lebendigkeit seines Styls, „die bereits große Verwüstung von der Zeit erlitten haben." Wenn man sich die hinter einander liegenden telescopischen Sterne wie einen Sternenteppich denkt, der das ganze scheinbare Himmelsgewölbe bedeckt, so sind, glaube ich, jene sternleeren Stellen des Scorpions und des Schlangenträgers wie Röhren zu betrachten, durch die wir in den fernsten Weltraum blicken. Die Schichten des Teppichs sind unterbrochen, andere Sterne mögen auch davor liegen, aber sie sind unerreichbar für unsre Werkzeuge. Der Anblick feuriger Meteore hatte die Alten ebenfalls auf die Idee von Spalten und Rissen (chasmata) in der Himmelsdecke geleitet. Diese Spalten wurden aber nur als vorübergehend betrachtet. Statt dunkel zu sein, waren sie erleuchtet und feurig, wegen des hinterliegenden, durchscheinenden, entzündeten Aethers §). Derham und selbst Huygens schienen nicht abgeneigt, das milde Licht der Nebelflecke auf eine ähnliche Art zu erklären **).

---

*) Sir Will. Herschel in den Transact. for 1785 P. I, p. 257. Sir John Herschel, Astr. § 616. („The nebulous region of the heavens forms a nebulous milky way composed of distinct nebulae as the other of stars. (Derselbe in einem Briefe an mich vom März 1829.)

†) John Herschel, Astron. § 585.

‡) Arago im Annuaire 1842 p. 282—285, 409—411 und 439—442.

‖) Olbers über die Durchsichtigkeit des Weltraums in Bode's Jahrbuch 1826 S. 110—121.

¶) „An opening in the heavens," William Herschel in den Transact. for 1785 Vol. LXXV, P. 1. p. 256. Le Français Lalande in der Connaiss. des tems pour l'an VIII, p. 383. Arago im Annuaire 1842 p. 425.

§) Aristot. Meteor. II. 5, 1. Seneca, Natur. Quaest. I. 14, 2. „Coelum discessisse" in Cic. de Divin. I, 43.

**) Arago im Annuaire 1842 p. 429.

Wenn man die, im Durchschnitt uns gewiß näheren Sterne erster Größe mit den nebellosen telescopischen, wenn man die Nebelsterne mit ganz unauflöslichen Nebelflecken, z. B. mit dem der Andromeda, oder gar mit den sogenannten planetarischen Nebeln vergleicht, so drängt sich uns bei Betrachtung so verschiedener Ferne, wie in die Schrankenlosigkeit des Raums versenkt, eine Thatsache auf, welche die Welt der Erscheinungen und das, was ihr ursachlich, als Realität, zum Grunde liegt, abhängig von der Fortpflanzung des Lichtes zeigt. Die Geschwindigkeit dieser Fortpflanzung ist nach Struve's neuesten Untersuchungen 41518 geographische Meilen in einer Secunde, also fast eine Million mal größer als die Geschwindigkeit des Schalles. Nach dem, was wir durch die Messungen von Maclear, Bessel und Struve von den Parallaxen und Entfernungen dreier Fixsterne sehr ungleicher Größe (α Centaur, 61 Schwan, α Leier) wissen, bedarf ein Lichtstrahl 3,9¼ oder 12 Jahre, um von diesen Weltkörpern zu uns zu gelangen. In der kurzen denkwürdigen Periode von 1572 bis 1604, von Cornelius Gemma und Tycho bis Kepler, loderten plötzlich drei neue Sterne auf, in der Cassiopea, im Schwan und am Fuß des Schlangenträgers. Dieselbe Erscheinung, aber mehrfach wiederkehrend, zeigte sich 1670 im Sternbild des Fuchses. In der neuesten Zeit, seit 1837, hat Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung den Glanz des Sternes η im Schiffe von der zweiten Größe bis zur ersten prachtvoll anwachsen sehen*). Solche Begebenheiten des Weltraums gehören aber in ihrer historischen Wirklichkeit anderen Zeiten an als denen, in welchen die Lichterscheinung den Erdbewohnern ihren Anfang verkündigt; sie sind wie Stimmen der Vergangenheit, die uns erreichen. Man hat mit Recht gesagt, daß wir mit unsern großen Fernröhren gleichzeitig vordringen in den Raum und in die Zeit. Wir messen jenen durch diese; eine Stunde Weges sind für den Lichtstrahl 148 Millionen Meilen. Während in der Hesiodischen Theogonie die Dimensionen des Weltalls durch den Fall der Körper ausgedrückt werden („nicht mehr als neun Tage und neun Nächte fällt der eherne Amboß vom Himmel zur Erde herab"), glaubte Herschel der Vater†), daß das Licht fast zwei Millionen Jahre brauche, um von den fernsten Lichtnebeln, die sein 40füßiger Refractor erreichte, zu uns zu gelangen. Vieles ist also längst verschwunden, ehe es uns sichtbar wird; vieles war anders geordnet. Der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar; und so viel man auch den milde leuchtenden Duft der Nebelflecke oder die dämmernd aufglimmenden Sternhaufen uns näher rücken und die Tausende von Jahren vermindern will, welche als Maaß der Entfernung gelten, immer bleibt es, nach der Kenntniß, die wir von der Geschwindigkeit des Lichts haben, mehr als wahrscheinlich, daß das Licht der fernen Weltkörper das älteste sinnliche Zeugniß von dem Dasein der Materie darbietet. So erhebt sich, auf einfache Prämissen gestützt, der reflectirende Mensch zu ernsten, höheren Ansichten der Naturgebilde, da wo in den tief vom Licht durchströmten Gefilden

„Wie Gras der Nacht Myriaden Welten keimen ‡)."

Aus der Region der himmlischen Gestaltungen, von den Kindern des Uranos, steigen wir nun zu dem engeren Sitz der irdischen Kräfte, zu den Kindern der Gäa, herab. Ein geheimnißvolles Band umschlingt beide Classen der Erscheinungen. Nach der alten Deutung des titanischen Mythus‖) sind die Potenzen des Weltlebens, ist die große Ord-

---

*) Im December 1837 sah Sir John Herschel den Stern η Argo, der bisher als zweiter Größe und ganz unveränderlich erschienen war, schnell bis zur ersten Größe zunehmen. Im Januar 1838 war die Intensität seines Lichtes schon der von α Cent gleich. Nach den neuesten Nachrichten fand Maclear im März 1843 den Stern so glänzend als Canopus; ja, α Crucis sah ganz dämmernd neben η Argo aus.

†) „Hence it follows, that the rays of light of the remotest nebulae must have been almost two millions of years on their way, and that consequently, so many years ago, this object must already have had *an existence* in the sidereal heaven, in order to send out those rays, by which we now perceive it." William Herschel in den Transact. for 1802 p. 498. John Herschel, Astr. § 590. Arago im Annuaire 1842 p. 334, 359 und 382—385.

‡) Aus dem schönen Sonette meines Bruders: Freiheit und Gesetz (Wilhelm von Humboldt, Gesammelte Werke Bd. IV. S. 358 No. 25).

‖) Otfried Müller, Prolegomena S. 373.

viel mehr als zweitausend Fuß (weniger als 1/11 Meile) unter dem Niveau der Meere, also nur 1/9800 des Erdhalbmessers. Die krystallinischen Massen, durch noch thätige Vulkane ausgeworfen, meist unsern Gebirgsarten der Oberfläche ähnlich, kommen aus unbestimmbaren, gewiß 60mal größeren absoluten Tiefen, als die sind, welche die menschlichen Arbeiten erreicht haben. Auch da, wo Steinkohlenschichten sich einsenken, um in einer durch genaue Messung bestimmten Entfernung wieder aufzusteigen, kann man die Tiefe der **Mulde** in Zahlen angeben. Solche Einsenkungen erweisen, daß Steinkohlenflötze sammt den vorweltlichen organischen Ueberresten, die sie enthalten (in Belgien z. B.), mehrfach *) fünf-

---

wahrscheinlich sehr nahe das Kohlenbergwerk zu Apendale bei Newcastle under Lyme (Staffordshire). Man arbeitet dort 725 Yards oder 2045 Par. Fuß unter der Oberfläche (Thomas **Smith**, Miner's Guide 1836, p. 160). Leider ist mir die Höhe der Hängebank über dem Meeresspiegel nicht genau bekannt. Die relative Tiefe der Grube Monk Wearmouth bei Newcastle ist nur 1404 Fuß (**Phillips** im Philos. Magaz. Vol. V, 1834 p. 446), die der Lütticher Steinkohlengrube Espérance zu Seraign nach Herrn Berghauptmann von Dechen 1271 Fuß, die ehemalige der Steinkohlengrube Marihaye bei Val St. Lambert im Maasthale nach dem Ingénieur des Mines Herrn Gernaert 1157 Fuß. Die absolut tiefsten Arbeiten, welche die Menschen unternommen haben, sind meist in so hohen Gebirgsebenen oder so hohem Thalboden angesetzt worden, daß dieselben entweder gar nicht das Niveau des Meeres erreicht haben oder zu einer sehr geringen Tiefe unter dieses Niveau gelangt sind. So hatte einst der jetzt unfahrbare Eselsschacht zu Kuttenberg in Böhmen die ungeheure absolute Tiefe von 3545 Fuß (Fr. A. **Schmidt**, Berggesetze der österr. Mon. Abth. I, Bd. I, S. XXXII). Auch zu St. Daniel und beim Geist am Rörerbühel (Landgericht Kitzbühl) waren im 16ten Jahrh. die Baue 2916 Fuß tief. Man bewahrt noch die Grubenrisse der Arbeiten am Rörerbühel vom Jahre 1539.) Joseph von **Sperges**, Tyroler Bergwerksgeschichte S. 121. Vergl. auch **Humboldt**, Gutachten über Herantreibung des Meißner Stollens in die Freiberger Erzrevier, abgedruckt in **Herder** über den jetzt begonnenen Erbstollen 1838 S. CXXIV.) Man könnte glauben, daß die Kunde von der außerordentlichen Tiefe des Rörerbühel früh nach England gelangt war; denn in **Gilbert** de Magnete finde ich die Behauptung, daß der Mensch 2400 bis 3000 Fuß tief in die Erdrinde gedrungen sei. („Exigua videtur terrae portio, quae unquam hominibus spectanda emerget aut eruitur: cum profundius in ejus viscera, ultra efflorescentis extremitatis corruptelam, aut propter aquas in magnis fodinis, tanquam per venas scaturientes, aut propter aëris salubrioris ad vitam operariorum sustinendam necessarii defectum, aut propter ingentes sumptus ad tantos labores exantlandos, multasque difficultates, ad profundiores terrae partes penetrare non possumus; adeo ut quadringentas aut [quod rarissime] quingentas orgyas in quibusdam metallis descendisse, stupendus omnibus videatur conatus." *Guilielmi Gilberti, Colcestrensis, de Magnete Physiologia nova.* Lond. 1600 p. 40.) Die absoluten Tiefen der Bergwerke im sächsischen Erzgebirge bei Freiberg sind im Thurmhofer Zug 1824 Fuß, im Hohenbirker Zug 1714 Fuß; die relativen Tiefen erreichen nur 626 und 260 Fuß, wenn man, um die Höhe der Hängebänke jedes Schachts über dem Meere zu finden, die Höhe von Freiberg, nach Reich's neuer Bestimmung, zu 1191 Fuß annimmt. Die absolute Tiefe der auch durch Reichthum berufenen Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen (Verkreuzung des Jung Häuer Zechen- und Andreasganges) hat volle 1989 Fuß erreicht; so daß, wenn die Hängebank nach des Herrn von Dechen Messungen ungefähr 2250 Fuß über dem Meere liegt, die Grubenbaue dort noch nicht einmal den Meeresspiegel erreicht haben. Am Harz wird auf der Grube Samson zu Andreasberg in 2062 Fuß absoluter Tiefe gebaut. In dem ehemaligen spanischen Amerika kenne ich keine tiefere Grube als die Valenciana bei Guanaxuato (Mexico), wo ich die absolute Tiefe der Planes de San Bernardo 1582 Fuß gefunden habe. Es fehlen aber den Planes noch 5592 Fuß, um den Meeresspiegel zu erreichen. Wenn man die Tiefe der ehemaligen Kuttenberger Grubenbaue (eine Tiefe, welche die Höhe unsers Brockens übertrifft und der des Vesuvs nur um 200 Fuß nachsteht) mit der größten Höhe der von Menschen aufgeführten Gebäude (der Pyramide des Cheops und des Strasburger Münsters) vergleicht, so findet man das Verhältniß von 8 zu 1. Bei den vielen unbestimmten und durch falsche Reduction der Maaße auf den Pariser Fuß verunstalteten Angaben, welche unsre geognostischen Schriften noch immer enthalten, schien es mir wichtig, in dieser Anmerkung alles zusammenzustellen, was ich Sicheres über die größten absoluten und relativen Tiefen der Grubenbaue und Bohrlöcher habe auffinden können. Wenn man von Jerusalem östlich gegen das todte Meer hinabsteigt, so genießt man einen Anblick, den, nach unseren jetzigen hypsometrischen Kenntnissen der Oberfläche unsers Planeten, keine andere Erdgegend darbieten kann; man schreitet, indem man sich dem Spalte naht, in welchem der Jordan fließt, **an hellem Tage** auf Gesteinschichten, die nach Bertou's und Rußegger's barometrischem Nivellement 1300 Fuß in senkrechter Tiefe unter dem Spiegel des Mittelmeers liegen (**Humboldt**, Asie centrale T. II. p. 323.)

*) **Muldenförmig** gekrümmte Schichten, die man sich einsenken und in einer zu messenden Entfernung wieder aufsteigen sieht, geben, wenn sie auch in den tiefsten Punkten nicht durch bergmännische Arbeiten erreicht werden, doch sinnliche Kenntniß von der Beschaffenheit der Erdrinde in großen Abständen von der Oberfläche. Angaben dieser Art gewähren demnach ein großes geognostisches Interesse. Ich verdanke die folgenden dem vortrefflichen Geognosten Herrn **von Dechen**. Er schreibt: „Die Tiefe der Steinkohlen-Mulde zu Lüttich am Mont St. Gilles, welche ich gemeinschaftlich mit unserm Freunde Herrn von Oeynhausen zu 3650 Fuß unter der Oberfläche ermittelt habe, liegt, da der Mont St. Gilles gewiß nicht 400 Fuß absolute Höhe hat, an 3250 Fuß unter dem Meeresspiegel; die Steinkohlen-Mulde zu Mons liegt sogar noch volle 1750 Fuß tiefer. Alle diese Tiefen sind aber nur als gering gegen die zu betrachten, welche die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenflöze in dem Saar-Revier (Saarbrücken) offenbaren. Ich habe nach wiederholten Aufnahmen gefunden, daß das unterste Kohlenflöz, welches in der Gegend von Duttweiler bekannt ist, bei Bettingen, nordöstlich von Saarlouis, bis 19406 und 20656 Fuß (9/10 geogr. Meile) unter dem Meeresspiegel herabgeht." Dieses Resultat übertrifft noch um 8000 Fuß die Annahme, welche ich im Texte des **Kosmos** für eine Mulde devonischer Schichten gegeben. Jene Steinkohlenflöze liegen also so tief unter dem Niveau des Meeres, als der Chimborazo über demselben sich erhebt: in einer Tiefe, in welcher die Erdwärme an 224° betragen muß. Von den höchsten Gipfeln des Himalaya bis zu jenen Mulden, welche die Vegetation der Vorwelt enthalten, ist demnach ein senkrechter Abstand von 45000 Fuß, d. i. 1/436 des Erdhalbmessers.

bis sechstausend Fuß unter dem jetzigen Meeresspiegel liegen, ja daß der Bergkalk und die devonischen muldenförmig gekrümmten Schichten wohl die doppelte Tiefe erreichen. Vergleicht man diese unterirdischen Mulden nun mit den Berggipfeln, welche bisher für die höchsten Theile der gehobenen Erdrinde gehalten werden, so erhält man einen Abstand von 37000 Fuß (1$^7/_{10}$ Meile), d. i. ungefähr $^1/_{324}$ des Erdhalbmessers. Dies wäre in der senkrechten Dimension und räumlichen Aufeinanderlagerung der Gebirgsschichten doch nur der Schauplatz geognostischer Forschung, wenn auch die ganze Oberfläche der Erde die Höhe des Dhawalagiri im Himalaya-Gebirge oder die des Sorata in Bolivia erreichte. Alles, was unter dem Seespiegel tiefer liegt, als die oben angeführten Mulden, als die Arbeiten der Menschen, als der vom Senkblei an einzelnen Stellen erreichte Meeresgrund (noch nicht erreicht in 25400 Fuß von James Roß), ist uns eben so unbekannt wie das Innere der anderen Planeten unseres Sonnensystems. Wir kennen ebenfalls nur die Masse der ganzen Erde und ihre mittlere Dichtigkeit, verglichen mit der der oberen, uns allein zugänglichen Schichten. Wo alle Kenntniß chemischer und mineralogischer Naturbeschaffenheit im Inneren des Erdkörpers fehlt, sind wir wieder, wie bei den fernsten um die Sonne kreisenden Weltkörpern, auf bloße Vermuthungen beschränkt. Wir können nichts mit Sicherheit bestimmen über die Tiefe, in welcher die Gebirgsschichten als zäherweicht oder geschmolzen flüssig betrachtet werden sollen, über die Höhlungen, welche elastische Dämpfe füllen, über den Zustand der Flüssigkeiten, wenn sie unter einem ungeheuern Drucke erglühen, über das Gesetz der zunehmenden Dichtigkeit von der Oberfläche der Erde bis zu ihrem Centrum hin.

Die Betrachtung der mit der Tiefe zunehmenden Wärme im Inneren unseres Planeten, und der Reaction dieses Inneren gegen die Oberfläche hat uns geleitet zu der langen Reihe vulkanischer Erscheinungen. Sie offenbaren sich als Erdbeben, Gas-Ausbrüche, heiße Quellen, Schlamm-Vulkane und Lavaströme aus Eruptions-Kratern; ja die Macht elastischer Kräfte äußert sich auch durch räumliche Veränderung in dem Niveau der Oberfläche. Große Flächen, mannigfaltig gegliederte Continente werden gehoben oder gesenkt, es scheidet sich das Starre von dem Flüssigen; aber der Ocean selbst, von warmen und kalten Strömungen flußartig durchschnitten, gerinnt an beiden Polen und wandelt das Wasser in dichte Felsmassen um, bald geschichtet und feststehend, bald in bewegliche Bänke zertrümmert. Die Grenzen von Meer und Land, vom Flüssigen und Starren wurden mannigfach und oft verändert. Es oscillirten die Ebenen aufwärts und abwärts. Nach der Hebung der Continente traten auf langen Spalten, meist parallel, und dann wahrscheinlich zu einerlei Zeitepochen, Gebirgsketten empor; salzige Lachen und große Binnenwasser, die lange von denselben Geschöpfen bewohnt waren, wurden gewaltsam geschieden. Die fossilen Reste von Muscheln und Zoophyten bezeugen ihren ursprünglichen Zusammenhang. So gelangen wir, der relativen Abhängigkeit der Erscheinungen folgend, von der Betrachtung schaffender, tief im Inneren des Erdkörpers waltender Kräfte zu dem, was seine obere Rinde erschüttert und aufbricht, was durch Druck elastischer Dämpfe den geöffneten Spalten als glühender Erdstrom (Lava) entquillt.

Dieselben Mächte, welche die Andes- und Himalaya-Kette bis zur Schneeregion gehoben, haben neue Mischungen und neues Gewebe in den Felsmassen erzeugt, umgewandelt die Schichten, die aus vielbelebten, mit organischen Stoffen geschwängerten Flüssigkeiten sich früher niedergeschlagen. Wir erkennen hier die Reihefolge der Formationen, nach ihrem Alter geschieden und überlagert, in ihrer Abhängigkeit von den Gestaltveränderungen der Oberfläche, von den dynamischen Verhältnissen der hebenden Kräfte, von den chemischen Wirkungen auf Spalten ausbrechender Dämpfe.

Die Form und Gliederung der Continente, d. h. der trocken gelegenen, einer üppigen Entwicklung des vegetabilischen Lebens fähigen Theile der Erdrinde, steht in innigem Verkehr und thätiger Wechselwirkung mit dem alles umgrenzenden Meere. In diesem ist

der Organismus fast auf die Thierwelt beschränkt. Das tropfbar-flüssige Element wird wiederum von dem Dunstkreise bedeckt, einem Luftocean, in welchem die Bergketten und Hochebenen der Feste wie Untiefen aufsteigen, mannigfaltige Strömungen und Temperaturwechsel erzeugen, Feuchtigkeit aus der Wolkenregion sammeln, und so in ihrer geneigten Bodenfläche durch strömendes Wasser Bewegung und Leben verbreiten.

Wenn die Geographie der Pflanzen und Thiere von diesen verwickelten Contrasten der Meer- und Länderverteilung, der Gestaltung der Oberfläche, der Richtung isothermer Linien (Zonen gleicher mittlerer Jahreswärme) abhängt; so sind dagegen die charakteristischen Unterschiede der Menschenstämme und ihre relative numerische Verbreitung über den Erdkörper (der letzte und edelste Gegenstand einer physischen Weltbeschreibung) nicht durch jene Naturverhältnisse allein, sondern zugleich und vorzüglich durch die Fortschritte der Gesittung, der geistigen Ausbildung, der die politische Uebermacht begründenden National-Cultur bedingt. Einige Racen, fest dem Boden anhangend, werden verdrängt und durch gefahrvolle Nähe der gebildeteren ihrem Untergange zugeführt; es bleibt von ihnen kaum eine schwache Spur geschichtlicher Kunde; andere Stämme, der Zahl nach nicht die stärkeren, durchschiffen das flüssige Element. Fast allgegenwärtig durch dieses, haben sie allein, obgleich spät erst, von einem Pole zum anderen, die räumliche, graphische Kenntniß der ganzen Oberfläche unsres Planeten, wenigstens fast aller Küstenländer, erlangt.

So ist denn hier, ehe ich in dem Naturgemälde der tellurischen Sphäre der Erscheinungen das Einzelne berühre, im allgemeinen gezeigt worden, wie, nach der Betrachtung der Gestalt des Erdkörpers, der von ihm perpetuirlich ausgehenden Kraftäußerung des Electro-Magnetismus und der unterirdischen Wärme, die Verhältnisse der Erdoberfläche in horizontaler Ausdehnung und Höhe, der geognostische Typus der Formationen, das Gebiet der Meere (des Tropfbar-Flüssigen) und des Luftkreises, mit seinen meteorologischen Processen, die geographische Verbreitung der Pflanzen und Thiere, endlich die physischen Abstufungen des einigen, überall geistiger Cultur fähigen Menschengeschlechts in Einer und derselben Anschauung vereinigt werden können. Diese Einheit der Anschauung setzt eine Verkettung der Erscheinungen nach ihrem inneren Zusammenhange voraus. Eine bloße tabellarische Aneinanderreihung derselben erfüllt nicht den Zweck, den ich mir vorgesetzt; sie befriedigt nicht das Bedürfniß einer kosmischen Darstellung, welches der Anblick der Natur auf Meer- und Land-Reisen, ein sorgfältiges Studium der Gebilde und Kräfte, der lebendige Eindruck eines Naturganzen unter den verschiedensten Erdstrichen in mir erregt haben. Vieles, das in diesem Versuche so überaus mangelhaft ist, wird bei der beschleunigten Zunahme des Wissens, deren sich alle Theile der physikalischen Wissenschaften erfreuen, vielleicht in naher Zukunft berichtigt und vervollständigt werden. Es liegt ja in dem Entwickelungsgange aller Disciplinen, daß das, was lange isolirt gestanden, sich allgemach verkettet und höheren Gesetzen untergeordnet wird. Ich bezeichne nur den empirischen Weg, auf dem ich und viele mir Gleichgesinnte fortschreiten, erwartungsvoll, daß man uns, wie einst, nach Plato's Ausspruch, Sokrates es forderte*), „die Natur nach der Vernunft auslege."

Die Schilderung der tellurischen Erscheinungen in ihren Hauptmomenten muß mit der Gestalt und den Raumverhältnissen unsres Planeten beginnen. Auch hier darf man sagen: nicht etwa bloß die mineralogische Beschaffenheit, die krystallinisch körnigen oder die dichten, mit Versteinerungen angefüllten Gebirgsarten, nein, die geometrische Gestalt der Erde selbst bezeugt die Art ihrer Entstehung, sie ist ihre Geschichte. Ein elliptisches Rotations-Sphäroid deutet auf eine einst weiche oder flüssige Masse. Zu den ältesten geognostischen Begebenheiten, allen Verständigen lesbar in dem Buch der Natur niedergeschrieben, gehört die Abplattung, wie auch (um ein anderes uns sehr nahes Beispiel anzuführen) die

*) Plato, Phaedo p. 97 (Aristot. Metaph. p. 985) Vergl. Hegel, Philosophie der Geschichte 1840 S. 18.

perpetuirliche Richtung der großen Axe des Mondsphäroids gegen die Erde, d. h. die vermehrte Anhäufung der Materie auf der Mondhälfte, welche wir sehen, eine Anhäufung, die das Verhältniß der Rotation zur Umlaufszeit bestimmt und bis zur ältesten Bildungsepoche des Satelliten hinaufreicht. „Die mathematische Figur der Erde ist die mit nicht strömendem Wasser bedeckte Oberfläche derselben;" auf sie beziehen sich alle geodätischen auf den Meeresspiegel reducirten Gradmessungen. Von dieser mathematischen Oberfläche der Erde ist die physische, mit allen Zufälligkeiten und Unebenheiten des Starren, verschieden*). Die ganze Figur der Erde ist bestimmt, wenn man die Quantität der Abplattung und die Größe des Aequatorial-Durchmessers kennt. Um ein vollständiges Bild der Gestaltung zu erlangen, wären aber Messungen in zwei auf einander senkrechten Richtungen nöthig.

Eilf Gradmessungen (Bestimmungen der Krümmung der Erdoberfläche in verschiedenen Gegenden), von denen neun bloß unserem Jahrhundert angehören, haben uns die Größe des Erdkörpers, den schon Plinius†) „einen Punkt im unermeßlichen Weltall" nennt, kennen gelehrt. Wenn dieselben nicht übereinstimmen in der Krümmung verschiedener Meridiane unter gleichen Breitengraden, so spricht eben dieser Umstand für die Genauigkeit der angewandten Instrumente und der Methoden, für die Sicherheit naturgetreuer, partieller Resultate. Der Schluß selbst von der Zunahme der anziehenden Kraft (in der Richtung vom Aequator zu den Polen hin) auf die Figur eines Planeten ist abhängig von der Vertheilung der Dichtigkeit in seinem Innern. Wenn Newton aus theoretischen Gründen, und wohl auch angeregt durch die von Cassini schon vor 1666 entdeckte Abplattung des Jupiter‡), in seinem unsterblichen Werke Philosophiae Naturalis Principia die Abplattung der Erde bei einer homogenen Masse auf $1/230$ bestimmte; so haben dagegen wirkliche Messungen unter dem mächtigen Einflusse der neuen vervollkommneten Analyse erwiesen, daß die Abplattung des Erdsphäroids, in welchem die Dichtigkeit der Schichten als gegen das Centrum hin zunehmend betrachtet wird, sehr nahe $1/300$ ist.

Drei Methoden sind angewandt worden, um die Krümmung der Erdoberfläche zu ergründen; es ist dieselbe aus Gradmessungen, aus Pendelschwingungen und aus gewissen Ungleichheiten der Mondsbahn geschlossen. Die erste Methode ist eine unmittelbare geometrisch-astronomische; in den anderen zweien wird aus genau beobachteten Bewegungen auf die Kräften geschlossen, welche diese Bewegungen erzeugen, und von diesen Kräften auf die Ursache derselben, nämlich auf die Abplattung der Erde. Ich habe hier, in dem allgemeinen Naturgemälde, ausnahmsweise der Anwendung von Methoden erwähnt, weil die Sicherheit derselben lebhaft an die innige Verkettung von Naturphänomenen in Gestalt und Kräften mahnt, und weil diese Anwendung selbst die glückliche Veranlassung geworden ist, die Genauigkeit der Instrumente (der raummessenden, der optischen und zeitbestimmenden)

*) Bessel, allgemeine Betrachtungen über Gradmessungen nach astronomisch-geodätischen Arbeiten, am Schluß von Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen S. 427. (Ueber die früher im Text erwähnte Anhäufung der Materie auf der uns zugekehrten Mondhälfte s. Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 308.)

†) Plin. II, 68. Seneca, Nat. Quaest. Praef. c. II. El Mundo es poco (die Erde ist klein und enge), schreibt Columbus aus Jamaica an die Königin Isabella den 7. Julius 1503; nicht etwa nach den philosophischen Ansichten der beiden Römer, sondern weil es ihm vortheilhaft schien, zu behaupten, der Weg von Spanien sei nicht lang, wenn man, wie er sagte, „den Orient von Westen her suche." Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. du 15me siècle T. I, p. 83 und T. II. p. 327; wo ich zugleich gezeigt habe, daß die von Delisle, Fréret und Gosselin vertheidigte Meinung, nach welcher die übermäßige Verschiedenheit in den Angaben des Erdperimeters bei den Griechen bloß scheinbar sei und auf Verschiedenheit der Stadien beruhe, schon im Jahr 1495 von Jaime Ferrer, in einem Vorschlag über die Bestimmung der päpstlichen Demarcationslinie, vorgetragen wurde.

‡) Brewster, Life of Sir Isaac Newton 1831 p. 126: „The discovery of the spheroidal form of Jupiter by Cassini had probably directed the attention of Newton to the determination of its cause, and consequently to the investigation of the true figure of the earth." Cassini kündigte allerdings die Quantität der Abplattung des Jupiters ($1/15$) erst 1691 an (Anciens Memoires de l'Acad. des Sciences T. II, p. 108); aber wir wissen durch Lalande (Astron. 3me éd. T. III, p. 335), daß Maraldi einige gedruckte Bogen des von Cassini angefangenen lateinischen Werkes „über die Flecke der Planeten" besaß, aus welchem zu ersehen war, daß Cassini bereits vor 1666, also 21 Jahre vor dem Erscheinen von Newton's Principia, die Abplattung des Jupiter kannte.

[illegible] zur Rundbewegung [illegible] zu vervoll- [illegible]. Die Geschichte der [illegible], die zur Aberration [illegible], in welchem in gleichem Grade das erlangte [illegible] und die Gewißheit, daß die Figur der [illegible], was auf dem langen und mühevollen Wege zur Erreichung des Zieles an allgemeiner Ausbildung und Vervollkommnung des mathematischen und astronomischen Wissens gewonnen worden ist. Die Vergleichung von elf Gradmessungen, unter denen drei außereuropäische, die alte peruanische und zwei ostindische begriffen sind, hat, nach den strengsten theoretischen Anforderungen von Bessel berechnet, eine Abplattung von 1/299 ergeben*). Danach ist der Polar-Halbmesser 10938 Toisen, fast 2 4/5 geographische Meilen, kürzer als der Aequatorial-Halbmesser des elliptischen Rotations-Sphäroids. Die Anschwellung unter dem Aequator in Folge der Krümmung der Oberfläche des Sphäroids beträgt also, der Richtung der Schwere nach, etwas mehr als 4 1/3 mal die Höhe des Montblanc, nur 2 1/2 mal die wahrscheinliche Höhe des Dhawalagiri-Gipfels in der Himalaya-Kette. Die Mondsgleichungen (Störungen in der Länge und Breite des Mondes) geben nach den letzten Untersuchungen von Laplace fast dasselbe Resultat der Abplattung (1/299) als die Gradmessungen. Aus den Pendelversuchen folgt im Ganzen eine weit größere Abplattung (1/288).

Galilei, der während des Gottesdienstes wahrscheinlich etwas zerstreut, schon als Knabe erkannte, daß durch die Dauer der Schwingungen von Kronleuchtern, welche in ungleicher Höhe hingen, die Höhe eines Kirchengewölbes zu messen sei; hatte freilich nicht geahndet, daß das Pendel einst von Pol zu Pol würde getragen werden, um die Gestalt der

*) [illegible] VIII. p. [illegible] und Peters in [illegible] St. Petersbourg 1843 T. I. p. [illegible]

Erde zu bestimmen, oder vielmehr um die Ueberzeugung zu geben, daß die ungleiche Dichtigkeit der Erdschichten die Länge des Secunden-Pendels durch verwickelte, aber in großen Länderstrecken sich fast gleichmäßig äußernde Local-Attractionen afficire. Diese geognostischen Beziehungen eines zeitmessenden Instruments, diese Eigenschaft des Pendels, wie ein Senkblei die ungesehene Tiefe zu erspähen, ja in vulkanischen Inseln *) oder am Abhange gehobener continentaler Bergketten †), statt der Höhlungen dichte Massen von Basalt und Melaphyr anzudeuten, erschweren (troß der bewundernswürdigen Einfachheit der Methode) die Erlangung eines allgemeinen Resultats, die Herleitung der Figur der Erde aus Beobachtung von Pendelschwingungen. Auch in dem astronomischen Theile der Messung eines Breitengrades wirken ablenkend und nachtheilig, doch nicht in gleichem Maaße, Gebirgsketten oder dichtere Schichten des Bodens.

Da die Gestalt der Erde auf die Bewegung anderer Weltkörper, besonders auf die ihres nahen Satelliten, einen mächtigen Einfluß ausübt, so läßt die vervollkommnete Kenntniß der Bewegung des letzteren uns auch wiederum auf die Gestalt der Erde zurückschließen. Demnach hätte, wie Laplace sich sinnig ausdrückt ‡), ein Astronom, „ohne seine Sternwarte zu verlassen, durch Vergleichung der Mondtheorie mit den wirklichen Beobachtungen nicht nur die Gestalt und Größe der Erde, sondern auch ihre Entfernung von der Sonne und vom Monde bestimmen können, Resultate, die erst durch lange und mühevolle Unternehmungen nach den entlegensten Gegenden beider Hemisphären erlangt worden sind." Die Abplattung, welche aus den Ungleichheiten des Mondes geschlossen wird, gewährt den Vorzug, daß sie, was einzelne Gradmessungen und Pendelversuche nicht leisten, eine mittlere, dem ganzen Planeten zukommende ist. Mit der Rotations-Geschwindigkeit verglichen, beweist sie dazu die Zunahme der Dichtigkeit der Erdschichten von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt hin, eine Zunahme, welche die Vergleichung der Achsen-Verhältnisse des Jupiter und Saturn mit ihrer Umdrehungszeit auch in diesen beiden großen Planeten offenbart. So berechtigt die Kenntniß äußerer Gestaltung zu Schlüssen über die innere Beschaffenheit der Weltkörper.

---

*) Ueber die vermehrte Intensität der Anziehung in vulkanischen Inseln (St. Helena, Ualan, Fernando de Noronha, Ile de France, Guaham, Mowi und Galapagos), mit Ausnahme der Insel Rawak, vielleicht (Lütke p. 240) wegen ihrer Nähe zu dem hohen Lande von Neu-Guinea, s. Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 701.

†) Zahlreiche Beobachtungen zeigen auch mitten in den Continenten große Unregelmäßigkeiten der Pendellängen, die man Local-Anziehungen zuschreibt. (Delambre, Mesure de la Méridienne T. III. p. 548; Biot in den Mém. de l'Académie des Sciences T. VIII. 1829, p. 18 u. 23.) Wenn man im südlichen Frankreich und der Lombardei von Westen nach Osten fortschreitet, so findet man in Bordeaux die geringste Intensität der Schwerkraft; und diese Intensität nimmt schnell zu in den östlicher gelegenen Orten, Figeac, Clermont-Ferrand, Mailand und Padua. Die letzte Stadt bietet das Maximum der Anziehung dar. Der Einfluß des südlichen Abhanges der Alpenkette ist nicht bloß der allgemeinen Größe ihres Volums, sondern, wie Elie de Beaumont (Rech. sur les Révol. de la surface du Globe 1830 p. 729) glaubt, am meisten den Melaphyr- und Serpentin-Gesteinen zuzuschreiben, welche die Kette gehoben haben. Am Abhange des Ararat, der, mit dem Kaukasus, wie im Schwerpunkte des aus Europa, Asien und Afrika bestehenden alten Continents liegt, zeigen Fedorow's so genaue Pendelversuche ebenfalls nicht Höhlen, sondern dichte vulkanische Massen an (Parrot, Reise zum Ararat Bd. II. S. 143). In den geodätischen Operationen von Carlini und Plana in der Lombardei haben sich Unterschiede zwischen den unmittelbaren Breiten-Beobachtungen und den Resultaten jener Operationen von 20″ bis 47″,8 gefunden. (S. die Beispiele von Andrate und Mondovi, Mailand und Padua in den Opérations géodés. et astron. pour la mesure d'un arc du parallèle moyen T. II. p. 347; Effemeridi astron. di Milano 1842 p. 57.) Mailand auf Bern reducirt, wie es aus der französischen Triangulation folgt, hat die Breite von 45°27′, 52″, während daß die unmittelbaren astronomischen Beobachtungen die Breite zu 45° 27′ 35″ geben. Da die Perturbationen sich in der lombardischen Ebene bis Parma weit südlich vom Po erstrecken (Plana, Opérat. géod. T. II. p. 847), so kann man vermuthen, daß selbst in der Bodenbeschaffenheit der Ebene ablenkende Ursachen wirken. Aehnliche Erfahrungen hat Struve in den flächsten Theilen des östlichen Europa's gemacht (Schumacher, Astron. Nachrichten 1830 Nr. 164 S. 309). Ueber den Einfluß von dichten Massen, welche man in einer geringen, der mittleren Höhe der Alpenkette gleichen Tiefe voraussetzt, s. die analytischen Ausdrücke (nach Hossart und Rozet) in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 292, welche zu vergleichen sind mit Poisson, Traité de Mécanique (2. éd.) T. I. p. 482. Die frühesten Andeutungen von dem Einfluß der Gebirgsarten auf die Schwingungen des Pendels hat übrigens Thomas Young gegeben in den Philosoph. Transactions for 1819 p. 70—96. Bei den Schlüssen von der Pendellänge auf die Erdkrümmung ist wohl die Möglichkeit nicht zu übersehen, daß die Erdrinde kann früher erhärtet gewesen sein, als metallische und dichte basaltische Massen aus der Tiefe durch offene Gangklüfte eingedrungen und der Oberfläche nahe gekommen sind.

‡) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 231

Die nördliche und südliche Erdhälfte scheinen unter gleichen Breitengraden un
dieselbe Erdkrümmung*) darzubieten; aber Pendelversuche und Gradmessungen
wie schon oben bemerkt, für einzelne Theile der Oberfläche so verschiedene Resultat
man keine regelmäßige Figur angeben kann, welche allen auf diesen Wegen bisher
tenen Resultaten genügen würde. Die wirkliche Figur der Erde verhält sich zu einer
mäßigen, „wie die unebene Oberfläche eines bewegten Wassers sich zu der ebenen Obe
eines ruhigen verhält."

Nachdem die Erde gemessen worden ist, mußte sie gewogen werden. P
schwingungen und Bleiloth haben ebenfalls dazu gedient, die mittlere Dichtigke
Erde zu bestimmen: sei es, daß man in Vereinigung astronomischer und geodätischer
rationen die Ablenkung des Bleiloths von der Verticale in der Nähe eines Berges
oder durch Vergleichung der Pendellänge in der Ebene und auf dem Gipfel einer A
oder endlich durch Anwendung einer Drehwage, die man als ein horizontal schwing
Pendel betrachten kann, die relative Dichtigkeit der nahen Erdschichten maß. Von
drei Methoden †) ist die letzte die sicherste, da sie unabhängig von der schwierigen B
mung der Dichtigkeit der Mineralien ist, aus welchen das sphärische Segment eines B
besteht, in dessen Nähe man beobachtet. Sie giebt nach den neuesten Versuchen von
5,44; d. h. sie zeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der ganzen Erde so vielmal größer
die des reinen Wassers. Da nun nach der Natur der Gebirgsschichten, welche den tro
continentalen Theil der Erdoberfläche bilden, die Dichtigkeit dieses Theils kaum 2
Dichtigkeit der trocknen und oceanischen Oberfläche zusammen kaum 1,6 beträgt, f
aus jener Angabe, wie sehr die elliptischen ungleich abgeplatteten Schichten des In
durch Druck oder durch Heterogeneität der Stoffe gegen das Centrum zu an Dichtigk
nehmen. Hier zeigt sich wieder, daß das Pendel, das senkrechte wie das hori
schwingende, mit Recht ein geognostisches Instrument genannt worden ist.

Aber die Schlüsse, zu welchen der Gebrauch eines solchen Instruments führt, hat ber
Physiker, nach Verschiedenheit der Hypothesen, von denen man ausging, zu ganz entg
gesetzten Ansichten über die Naturbeschaffenheit des Inneren des Erdkörpers geleitet.
hat berechnet, in welchen Tiefen tropfbar-flüssige, ja selbst luftförmige Stoffe dur
eigenen Druck ihrer auf einander gelagerten Schichten die Dichtigkeit der Platina oder
des Iridiums übertreffen würden; und um die innerhalb sehr enger Grenzen bel

---

*) La Caille's Pendelmessungen am Vorgebirge der guten Hoffnung, die Mathieu mit vieler Sorgfalt berechnet hat (Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 479), geben eine Abplattung von 1/284; aber nach mehrfachen Vergleichungen der Beobachtungen unter gleichen Breiten in beiden Hemisphären (Neu-Holland und Malouinen verglichen mit Barcelona, Neu-York und Dünkirchen) ist bisher kein Grund vorhanden, die mittlere Abplattung der südlichen Halbkugel für größer als die der nördlichen zu halten (Biot in den Mém. de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1829 p. 39—41).

†) Die drei Beobachtungs-Methoden geben folgende Resultate: 1) durch Ablenkung des Senkbleis in der Nähe des Berges Shehallien (galisch Thichallin) in Perthshire 4,713 bei Maskelyne, Hutton und Playfair (1774—1776 und 1810) nach einer schon von Newton vorgeschlagenen Methode; 2) durch Pendelschwingung auf Bergen 4,837 (Carlini's Beobachtungen auf dem Mont Cenis verglichen mit Biot's Beobachtungen in Bordeaux, Effemer. astr. di Milano 1824 p. 184); 3) durch die Drehwage von Cavendish, nach einem ursprünglich von Michell ersonnenen Apparate, 5,48 (nach Hutton's Revision der Rechnung 5,32; nach der Revision von Eduard Schmidt 5,52: Lehrbuch der math. Geographie Bd. I. S. 487); durch die Drehwage von Reich 5,44. In der Berechnung dieser mit meisterhafter Genauigkeit von Prof. Reich angestellten Versuche war das ursprüngliche mittlere Resultat 5,43 (mit einem wahrscheinlichen Fehler von nur 0,0233); ein R
das, um die Größe vermehrt, um welche die Sc
kraft der Erde die Schwerkraft vermindert, für di
von Freiberg (50° 55') in 5,44 zu verwandeln i
Anwendung von Massen aus Gußeisen statt des
hat keine merkliche, den Beobachtungsfehlern ni
vollem Rechte zuzuschreibende Verschiedenheit der
bung, keine Spuren magnetischer Wirkungen o
(Reich, Versuche über die mittlere Dichtigkeit d
1838 S. 60, 62 und 66). Durch die Annahme
kleinen Abplattung der Erde und durch die n
Schätzung der Gesteins-Dichtigkeit der Oberfläc
man früher die mittlere Dichtigkeit der Erde eb
wie in den Versuchen auf und an den Bergen, v
klein gefunden: 4,761 (Laplace, Mécan. cél
p. 46) oder 4,785 (Eduard Schmidt, Leh
math. Geogr. Bd. I. § 387 und 418). — Ueber
ter unten (S. 87) angeführte Halley'sche Hypoth
der Erde als Hohlkugel (dem Keime Franklin'sche
über das Erdbeben) s. Phil. Transact. for th
1693 Vol. XVII. p. 563 (On the structure of
ternal parts of the Earth and the concave ha
arch of the shell). Halley hält es für des Sc
würdiger, „daß der Erdball wie ein Haus von m
Stockwerken, von innen und außen bewohnt sei
Licht in der Hohlkugel würde auch wohl (p. 57
irgend eine Weise gesorgt werden können."

Abplattung mit der Annahme einer einfachen bis ins Unendliche compressibeln Substanz in Einklang zu bringen, hat der scharfsinnige Leslie den Kern der Erde als eine Hohlkugel beschrieben, die mit sogenannten „unwägbaren Stoffen von ungeheurer Repulsivkraft" erfüllt wäre. Diese gewagten und willkührlichen Vermuthungen haben in ganz unwissenschaftlichen Kreisen bald noch phantasiereichere Träume hervorgerufen. Die Hohlkugel ist nach und nach mit Pflanzen und Thieren bevölkert worden, über die zwei kleine unterirdisch kreisende Planeten, Pluto und Proserpina, ihr mildes Licht ausgießen. Immer gleiche Wärme herrscht in diesen inneren Erdräumen, und die durch Compression selbstleuchtende Luft könnte wohl die Planeten der Unterwelt entbehrlich machen. Nahe am Nordpol, unter 82° Breite, da wo das Polarlicht ausströmt, ist eine ungeheure Oeffnung, durch die man in die Hohlkugel hinabsteigen kann. Zu einer solchen unterirdischen Expedition sind Sir Humphry Davy und ich vom Capitän Symmes wiederholt und öffentlich aufgefordert worden. So mächtig ist die krankhafte Neigung der Menschen, unbekümmert um das widersprechende Zeugniß wohlbegründeter Thatsachen oder allgemein anerkannter Naturgesetze, ungesehene Räume mit Wundergestalten zu füllen. Schon der berühmte Halley hatte, am Ende des 17ten Jahrhunderts, in seinen magnetischen Speculationen die Erde ausgehöhlt. Ein unterirdisch frei rotirender Kern verursacht durch seine Stellung die tägliche und jährliche Veränderung der magnetischen Abweichung! Was bei dem geistreichen Holberg eine heitere Fiction war, hat man zu unserer Zeit mit langweiligem Ernste in ein wissenschaftliches Gewand zu kleiden versucht.

Die Figur der Erde und der Grad der Starrheit (Dichtigkeit), welchen die Erde erlangt hat, stehen in inniger Verbindung mit den Kräften, die sie beleben, sofern nämlich diese Kräfte nicht von außen her durch die planetarische Stellung gegen einen leuchtenden Centralkörper angeregt oder erweckt sind. Die Abplattung, Folge der auf eine rotirende Masse einwirkenden Schwungkraft, offenbart den früheren Zustand der Füssigkeit unsres Planeten. Bei dem Erstarren dieser Flüssigkeit, die man geneigt ist als eine dunstförmige, bereits ursprünglich zu einer sehr hohen Temperatur erhitzte anzunehmen, ist eine ungeheure Menge latenter Wärme frei geworden. Fing der Proceß der Erstarrung, wie Fourier will, von der zuerst durch Strahlung gegen den Himmelsraum erkaltenden Oberfläche an, so blieben die dem Mittelpunkt der Erde näheren Theile flüssig und glühend. Da nach langer Ausströmung der Wärme vom Mittelpunkt gegen die Oberfläche sich endlich ein Stabilitäts-Zustand in der Temperatur des Erdköpers hergestellt hat, so wird angenommen, daß mit zunehmender Tiefe auch die unterirdische Wärme ununterbrochen zunehme. Die Wärme der Wasser, welche den Bohrlöchern (artesischen Brunnen) entquellen, unmittelbare Versuche über die Temperatur des Gesteins in den Bergwerken, vor allem aber die vulkanische Thätigkeit der Erde, d. i. der Erguß geschmolzener Massen aus geöffneten Spalten, bezeugen diese Zunahme auf das unwidersprechlichste für sehr beträchtliche Tiefen der oberen Erdschichten. Nach Schlüssen, die sich freilich nur auf Analogien gründen, wird dieselbe auch mehr als wahrscheinlich weiter gegen das Centrum hin.

Was ein kunstreicher, für diese Classe von Untersuchungen*) eigens vervollkommneter

---

*) Dahin gehören die vortrefflichen analytischen Arbeiten von Fourier, Biot, Laplace, Poisson, Duhamel und Lamé. In seinem Werke Théorie mathématique de la Chaleur 1835 p. 3, 428—430, 436 und 521—524 (s. auch den Auszug von La Rive in der Bibliothèque universelle de Genève T. LX. p. 415) hat Poisson eine von Fourier's Ansicht (Theorie analitique de la Chaleur) ganz abweichende Hypothese entwickelt. Er läugnet den gegenwärtigen flüssigen Zustand des Kerns der Erde; er glaubt, „daß bei dem Erkalten durch Strahlung gegen das die Erde umgebende Mittel die an der Oberfläche zuerst erstarrten Theile herabgesunken sind, und daß durch einen doppelten ab- und aufwärts gehenden Strom die große Ungleichheit vermindert worden ist, welche bei einem festen, von der Oberfläche her erkaltenden Körper statt finden würde." Es scheint dem großen Geometer wahrscheinlicher, daß die Erstarrung in den dem Mittelpunkt näher liegenden Schichten angefangen habe; „das Phänomen der mit der Tiefe zunehmenden Wärme erstrecke sich nicht auf die ganze Erdmasse, und sei bloß eine Folge der Bewegung unsres Planetensystems im Weltraume, dessen einzelne Theile durch Sternenwärme (chaleur stellaire) eine sehr verschiedene Temperatur haben." Die Wärme der Wasser unserer artesischen Brunnen wäre also, nach Poisson, bloß eine von außen in den Erdkörper eingedrungene Wärme; und man konnte letzteren „als einen Felsblock betrachten, der vom Aequator nach dem Pole geschafft wurde, aber in

analytischer Calcül über die Bewegung der Wärme in homogenen metallischen Sphäroiden gelehrt hat, ist bei unserer Unkenntniß der Stoffe, aus denen die Erde zusammengesetzt sein kann, bei der Verschiedenheit der Wärme-Capacität und Leitungsfähigkeit auf einander geschichteter Massen, bei den chemischen Umwandlungen, welche feste und flüssige Materien durch einen ungeheuren Druck erleiden, nur sehr vorsichtig auf die wirkliche Naturbeschaffenheit unsres Planeten anzuwenden. Am schwierigsten für unsere Fassungskraft ist die Vorstellung von der Grenzlinie zwischen der flüssigen Masse des Inneren und den schon erhärteten Gebirgsarten der äußeren Erdrinde, von der allmäligen Zunahme der festen Schichten und dem Zustande der Halbflüssigkeit erdiger zäher Stoffe, für welche die bekannten Gesetze der Hydraulik nur unter beträchtlichen Modificationen gelten können. Sonne und Mond, welche das Meer in Ebbe und Fluth bewegen, wirken höchst wahrscheinlich auch bis zu jenen Erdtiefen. Unter dem Gewölbe schon erstarrter Gebirgsarten kann man allerdings periodische Hebungen und Senkungen der geschmolzenen Masse, Ungleichheiten des gegen das Gewölbe ausgeübten Druckes vermuthen. Das Maaß und die Wirkung solcher Oscillation kann aber nur gering sein; und wenn der relative Stand der anziehenden Weltkörper auch hier Springfluthen erregen muß, so ist doch gewiß nicht diesen, sondern mächtigeren inneren Kräften die Erschütterung der Erdoberfläche zuzuschreiben. Es giebt Gruppen von Erscheinungen, deren Existenz es nur darum nützlich ist hervorzuheben, um die Allgemeinheit des Einflusses der Attraction von Sonne und Mond auf das äußere und innere Leben der Erde zu bezeichnen, so wenig wir auch die Größe eines solchen Einflusses numerisch zu bestimmen vermögen.

Nach ziemlich übereinstimmenden Erfahrungen in den artesischen Brunnen nimmt in der oberen Erdrinde die Wärme im Durchschnitt mit einer senkrechten Tiefe von je 92 Pariser Fuß um 1° des hunderttheiligen Thermometers zu. Befolgte diese Zunahme ein arithmetisches Verhältniß, so würde demnach, wie ich bereits oben*) angegeben, eine Granitschicht in der Tiefe von 5²⁄₁₀ geographischen Meilen (vier- bis fünfmal gleich dem höchsten Gipfel des Himalaya-Gebirges) geschmolzen sein.

In dem Erdkörper sind dreierlei Bewegungen der Wärme zu unterscheiden. Die erste ist periodisch und verändert die Temperatur der Erdschichten, indem nach Verschiedenheit des Sonnenstandes und der Jahreszeiten die Wärme von oben nach unten eindringt, oder auf demselben Wege von unten nach oben ausströmt. Die zweite Art der Bewegung

---

einer so kurzen Zeit, daß er nicht ganz zu erkalten vermochte. Die Temperatur-Zunahme in diesem Blocke wurde sich nicht bis zu den Schichten seiner Mitte erstreckt haben." Die physikalischen Zweifel, welche man mit Recht gegen diese sonderbare kosmische Ansicht aufgestellt hat (gegen eine Ansicht, welche dem Himmelsraume zuschreibt, was wohl eher dem ersten Uebergange der sich ballenden Materie aus dem gasförmig flüssigen in einen festen Zustand angehört), findet man gesammelt in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIX. S 93—100.

*) Siehe oben Seite 10 und 18. Die Wärmezunahme ist gefunden worden in dem Puits de Greuelle zu Paris von 98⁴⁄₁₀ Fuß (32 mètres); in dem Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Preußisch Minden fast 91 Fuß (29ᵐ, 6); zu Prégny bei Genf, ohnerachtet dort die obere Oeffnung des Bohrloches 1510 Fuß über dem Meeresspiegel liegt, nach Auguste de la Rive und Marcet, ebenfalls von 91 Fuß (29ᵐ, 6). Diese Uebereinstimmuug der Resultate in einer Methode, welche erst im Jahre 1821 von Arago (Annuaire du Bureau des Longitudes 1835 p. 234) vorgeschlagen wurde, ist sehr auffallend, und von drei Bohrlöchern hergenommen, von 1683 F. (547ᵐ), 2094 F. (680ᵐ) und 680 F. (221ᵐ) absoluter Tiefe. Die zwei Punkte der Erde, in kleiner senkrechter Entfernung unter einander, deren Jahres-Temperaturen wohl am genauesten bestimmt sind, sind wahrscheinlich die Temperatur der äußeren Luft der Sternwarte zu Paris und die Temperatur der Caves de l'Observatoire. Jene ist 10°,822 diese 11°,834, Unterschied 1°,012 auf 86 Fuß, (28ᵐ) Tiefe (Poisson, Théorie math. de la Chaleur p. 415 und 462). Freilich ist in den letzten 17 Jahren, aus noch nicht ganz ausgemittelten Ursachen, wo nicht die Temperatur der Caves de l'Observatoire, doch die Anzeige des dort stehenden Thermometers, um 0°,220 gestiegen. Wenn in Bohrlöchern bisweilen das Eindringen von Wassern aus Seitenklüften einige Störung hervorbringt, so sind in Bergwerken andere Verhältnisse erkältender Luftströmung noch schädlicher für die Genauigkeit mit vieler Mühe erforschter Resultate. Das Gesammt-Resultat von Reich's großer Arbeit über die Temperatur der Gruben im sächsischen Erzgebirge ist eine etwas langsame Wärmezunahme von 128½ (41ᵐ, 84) auf 1° (Reich, Beob. über die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen 1834 S. 134). Doch hat Phillips (Poggend. Ann. Bd. XXXIV. S. 181) in einem Schachte des Kohlenbergwerks von Monk Wearmouth bei Newcastle, wo, wie ich schon oben bemerkt, 1404 Fuß (456ᵐ) unter dem Meeresspiegel gearbeitet wird, auch eine Zunahme der Wärme von 99⁰⁄₁₀ Fuß (32ᵐ, 4), fast ganz identisch mit Arago's Resultat im Puits de Grenelle gefunden.

ist ebenfalls eine Wirkung der Sonne und außerordentlicher Langsamkeit. Ein Theil der Wärme, die in den Aequatorial-Gegenden eingedrungen ist, bewegt sich nämlich in dem Inneren der Erdrinde gegen die Pole hin, und ergießt sich an den Polen in den Luftkreis und den fernen Weltraum. Die dritte Art der Bewegung ist die langsamste von allen; sie besteht in der seculären Erkaltung des Erdkörpers, in dem Wenigen, was jetzt noch von der primitiven Wärme des Planeten an die Oberfläche abgegeben wird. Dieser Verlust, den die Centralwärme erleidet, ist in der Epoche der ältesten Erdrevolutionen sehr beträchtlich gewesen, seit den historischen Zeiten aber wird er für unsere Instrumente kaum meßbar. Die Oberfläche der Erde befindet sich demnach zwischen der Glühhitze der unteren Schichten und dem Weltraume, dessen Temperatur wahrscheinlich unter dem Gefrierpunkt des Quecksilbers ist.

Die periodischen Veränderungen der Temperatur, welche an der Oberfläche der Sonnenstand und die meteorologischen Processe hervorrufen, pflanzen sich im Inneren der Erde aber nur bis zu sehr geringen Tiefen fort. Diese Langsamkeit der Wärmeleitung des Bodens schwächt auch im Winter den Wärmeverlust und wird tiefwurzelnden Bäumen günstig. Punkte, welche in verschiedenen Tiefen in einer Verticallinie liegen, erreichen zu sehr verschiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der mitgetheilten Temperatur. Je mehr sie sich von der Oberfläche entfernen, desto geringer sind die Unterschiede dieser Extreme. In unseren Breiten der gemäßigten Zone (Br. 48°—52°) liegt die Schicht invariabler Temperatur in 55—60 Fuß Tiefe; schon in der Hälfte dieser Tiefe erreichen die Oscillationen des Thermometers durch Einfluß der Jahreszeiten kaum noch einen halben Grad. Dagegen wird in dem Tropen-Klima die invariable Schicht schon einen Fuß tief unter der Oberfläche gefunden, und diese Thatsache ist von Boussingault auf eine scharfsinnige Weise zu einer bequemen und, wie er glaubt, sicheren Bestimmung der mittleren Luft-Temperatur des Ortes benutzt worden*). Diese mittlere Luft-Temperatur an einem bestimmten Punkte oder in einer Gruppe nahe gelegener Punkte der Oberfläche ist gewissermaßen das Grundelement der klimatischen und Cultur-Verhältnisse einer Gegend; aber die mittlere Temperatur der ganzen Oberfläche ist von der des Erdkörpers selbst sehr verschieden. Die so oft angeregte Frage, ob jene im Lauf der Jahrhunderte beträchtliche Veränderungen erlitten, ob das Klima eines Landes sich verschlechtert hat, ob nicht etwa gleichzeitig die Winter milder und die Sommer kälter geworden sind, kann nur durch das Thermometer entschieden werden; und die Erfindung dieses Instruments ist kaum drittehalbhundert Jahre, seine verständige Anwendung kaum 120 Jahre alt. Die Natur und Neuheit des Mittels setzt also hier den Forschungen über die Luft-Temperatur sehr enge Grenzen. Ganz anders ist die Lösung des größeren Problems der inneren Wärme des ganzen Erdkörpers. Wie man aus der unveränderten Schwingungsdauer eines Pendels auf die bewahrte Gleichheit seiner Temperatur schließen kann, so belehrt uns die unveränderte Umdrehungs-Geschwindigkeit der Erde über das Maaß der Stabilität ihrer mittleren Temperatur. Diese Einsicht in das Verhältniß der Tageslänge zur Wärme gehört zu den glänzendsten Anwendungen einer langen Kenntniß der Himmelsbewegung auf den thermischen Zustand unsres Planeten. Die Umdrehungs-Geschwindigkeit der Erde hängt nämlich von ihrem Volum ab. So wie in der durch Strahlung allmälich erkaltenden Masse die Rotations-Achse kürzer würde, müßten mit Abnahme der Temperatur die Umdrehungs-Geschwindigkeit vermehrt und die Tageslänge vermindert werden. Nun ergiebt die Vergleichung der seculären Ungleichheiten in den Bewegungen des Mondes mit den in älteren Zeiten beobachteten Finsternissen, daß seit Hipparchs Zeiten, also seit vollen 2000 Jahren, die Länge des Tages gewiß nicht um den hundertsten Theil einer Secunde abgenommen hat. Es ist

*) Boussingault sur la Profondeur à laquelle se trouve la Couche de Température invariable entre les tropiques, in den Annales de Chimie et de Physique T. LIII. 1833 p. 225—247.

demnach innerhalb der **äußersten***) Grenze dieser Abnahme die mittlere Wärme des Erdkörpers seit 2000 Jahren nicht um $^1/_{170}$ eines Grades verändert worden.

Diese Unveränderlichkeit der Form setzt auch eine große Unveränderlichkeit in der Vertheilung der Dichtigkeits-Verhältnisse im Innern des Erdkörpers voraus. Die translatorischen Bewegungen, welches die Ausbrüche der jetzigen Vulkane, das Hervordringen eisenhaltiger Laven, das Ausfüllen vorher leerer Spalten und Höhlungen mit dichten Steinmassen verursachen, sind demnach nur als kleine Oberflächen-Phänomene, als Ereignisse eines Theiles der Erdrinde zu betrachten, welcher der Dimension nach gegen die Größe des Erdhalbmessers verschwindet.

Die innere Wärme des Planeten habe ich in ihrer Ursach und Vertheilung fast ausschließlich nach dem Resultate der schönen Untersuchungen Fourier's geschildert. Poisson bezweifelt die ununterbrochene Zunahme der Erdwärme von der Oberfläche der Erde zum Centrum. Er glaubt, daß alle Wärme von außen nach innen eingedrungen ist, und daß die Temperatur des Erdkörpers abhängig ist von der sehr hohen oder sehr niedrigen Temperatur der Welträume, durch welche sich das Sonnensystem bewegt hat. Diese Hypothese, von einem der tiefsinnigsten Mathematiker unserer Zeit ersonnen, hat fast nur ihn, wenig die Physiker und Geognosten befriedigt. Was aber auch die Ursache der inneren Wärme unseres Planeten und der begrenzten oder unbegrenzten Zunahme in den tieferen Schichten sein mag, immer führt sie uns in diesem Entwurfe eines allgemeinen Naturgemäldes, durch den inneren Zusammenhang aller primitiven Erscheinungen der Materie, durch das gemeinsame Band, welches die Molecular-Kräfte umschlingt, in das dunkle Gebiet des **Magnetismus**. Temperatur-Veränderungen bringen magnetische und electrische Ströme hervor. Der tellurische Magnetismus, dessen Hauptcharakter in der dreifachen Aeußerung seiner Kräfte eine ununterbrochene **periodische Veränderlichkeit** ist, wird entweder der ganzen ungleich erwärmten Erdmasse selbst†), oder jenen galvanischen Strömen zugeschrieben, die wir als **Electricität in Bewegung**, als Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe betrachten‡). Der geheimnißvolle Gang der Magnetnadel ist von der Zeit und dem Raume, von dem Sonnenlaufe und der Veränderung des Orts auf der Erdoberfläche gleichmäßig bedingt. Man erkennt an der Nadel, wie an den Schwankungen des Barometers zwischen den Wendekreisen, die Stunde des Tages. Sie wird durch das ferne Nordlicht, durch die Himmelsgluth, welche an einem der Pole farbig ausstrahlt, urplötzlich, doch nur vorübergehend, afficirt. Wenn die ruhige stündliche Bewegung der Nadel durch ein **magnetisches Ungewitter** gestört ist, so offenbart sich die **Perturbation** oftmals über Meer und Land, auf Hunderte und Tausende von Meilen im strengsten Sinne des Worts gleichzeitig, oder sie pflanzt sich in kurzen Zeiträumen allmälig in jeglicher Richtung über die Oberfläche der Erde fort||). Im ersteren

---

*) **Laplace**, Exp. du Syst. du Monde p. 229 und 263. Mécanique cél. T. V. p. 18 und 72. Es ist zu bemerken, daß der Bruch $^1/_{170}$ eines Centesimal-Grades des Quecksilber-Thermometers, welcher im Texte als Grenze der Stabilität der Erdwärme seit Hipparch's Zeiten angegeben ist, auf der Annahme beruht, daß die Dilatation der Stoffe, aus denen der Erdkörper zusammengesetzt ist, gleich der des Glases sei, d. i. $^1/_{18000}$ für 1° Wärme. Vergl. über diese Voraussetzung **Arago** im Annuaire pour 1834 p. 177—190.

†) William **Gilbert** von Colchester, den Galilei „bis zum Neiderregen groß" nennt, sagt schon: „magnus magnes ipse est globus terrestris." Er bespöttelte die Magnetberge als Magnetpole des Fracastoro, des großen Zeitgenossen von Christoph Columbus: „rejicienda est vulgaris opinio de montibus magneticis, aut rupe aliqua magnetica, aut polo phantastico a polo mundi distante." Er nimmt die Abweichung der Magnetnadel auf dem ganzen Erdboden für unveränderlich an (variatio uniuscujusque loci constans est); und erklärt die Krümmungen der isogonischen Linien aus der Gestaltung der Continente und der relativen Lage der Meeresbecken, welche eine schwächere magnetische Ziehkraft ausüben, als die über dem Ocean hervorragenden festen Massen (**Gilbert** de Magnete, ed. 1633. p. 42. 98. 152 und 155.)

‡) **Gauß**, Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, in den Resultaten aus den Beob. des magnet. Vereins im Jahr 1838 § 41 S. 56.

||) Es giebt auch Perturbationen, die sich nicht weit fortpflanzen, mehr local sind, vielleicht einen weniger tiefen Sitz haben. Ein seltenes Beispiel solcher außerordentlichen Störung, welche in den Freiberger Gruben, und nicht in Berlin gefühlt wurde, habe ich schon vor vielen Jahren bekannt gemacht (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du Magnétisme terrestre, in **Becquerel's** Traité expérimental de l'Electricité T. VII. p. 442). Magnetische Ungewitter, die gleichzeitig von Sicilien bis Upsala ge-

Falle könnte die Gleichzeitigkeit des Ungewitters, wie Jupiterstrabanten, Feuersignale und wohl beachtete Sternschnuppen, innerhalb gewisser Grenzen zur geographischen Längenbestimmung dienen. Man erkennt mit Verwunderung, daß die Zuckungen zweier kleinen Magnetnadeln, und wären sie tief in unterirdischen Räumen aufgehangen, die Entfernung messen, welche sie von einander trennt; daß sie lehren, wie weit Kasan östlich von Göttingen oder von den Ufern der Seine liegt. Es giebt auch Gegenden der Erde, wo der Seefahrer, seit vielen Tagen in Nebel gehüllt, ohne Sonne und Sterne, ohne alle Mittel der Zeitbestimmung, durch die Neigungs-Veränderung der Nadel mit Sicherheit wissen kann, ob er sich nördlich oder südlich von einem Hafen befindet*), in den er einlaufen soll.

Wenn die plötzlich in ihrem stündlichen Gange gestörte Nadel das Dasein eines magnetischen Ungewitters verkündigt, so bleibt der Sitz der Perturbations-Ursach, ob sie in der Erdrinde selbst oder im oberen Luftkreise zu suchen sei, leider! für uns noch unentschieden. Betrachten wir die Erde als einen wirklichen Magnet, so sind wir genöthigt, nach dem Ausspruch des tiefsinnigen Gründers einer allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus, Friedrich Gauß, durchschnittlich wenigstens jedem Theile der Erde, der ein Achtel Cubikmeter, d. i. 3⁷/₁₀ Cubikfuß, groß ist, eine eben so starke Magnetisirung beizulegen, als ein einpfündiger Magnetstab enthält†). Wenn Eisen und Nickel, wahrscheinlich auch Kobalt (nicht Chrom‡), wie man lange geglaubt hat), die alleinigen Substanzen sind, welche dauernd magnetisch werden und die Polarität durch eine gewisse Coercitivkraft zurückhalten, so beweisen dagegen die Erscheinungen von Arago's Rotations-Magnetismus und Faraday's inducirten Strömen, daß wahrscheinlich alle tellurischen Stoffe vorübergehend sich magnetisch verhalten können. Nach den Versuchen des ersteren der eben genannten großen Physiker wirken auf die Schwingungen einer Nadel Wasser, Eis||),

---

fühlt wurden, gelangten nicht von Upsala nach Alten (Gauß und Weber, Resultate des magnet. Vereins 1839 S. 128; Lloyd in den Comptes rendus de l'Académie des Sciences T. XIII. 1843 Sem. II p. 725 und 827). Unter den vielen in neuerer Zeit aufgefundenen gleichzeitigen und durch große Länderstrecken fortgepflanzten Perturbationen, welche in Sabine's wichtigem Werke (Observ. on days of unusual magnetic disturbance 1843) gesammelt sind, ist eine der denkwürdigsten die vom 25. Sept. 1841, welche zu Toronto in Canada, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Prag und theilweise in Van Diemens Land beobachtet wurde. Die englische Sonntagsfeier, nach der es sündhaft ist, nach Sonnabend Mitternacht eine Scale abzulesen und große Naturphänomene der Schöpfung in ihrer ganzen Entwicklung zu verfolgen, hat, da das magnetische Ungewitter wegen des Längenunterschieds in Van Diemens Land auf einen Sonntag fiel, die Beobachtung desselben unterbrochen! (Observ. p. XIV. 78, 85 u. 87.)

*) Die im Text geschilderte Anwendung der Magnet-Inclination zu Breiten-Bestimmungen längs einer N—S laufenden Küste, die, wie die Küste von Chili und Peru, einen Theil des Jahres in Nebel (garua) gehüllt ist, habe ich angegeben in Lamétherie's Journal de Physique 1804 T. LIX. p. 449. Diese Anwendung ist in der bezeichneten Localität um so wichtiger, als, bei der heftigen Strömung von Süden nach Norden bis Cabo Parina, es für die Schifffahrt ein großer Zeitverlust ist, wenn man sich der Küste erst nördlich von dem gesuchten Hafen nähert. In der Südsee habe ich vom Hafen Callao de Lima bis Truxillo, bei einem Breiten-Unterschiede von 3° 57′, eine Veränderung an der Magnet-Inclination von 9° cent.; und von Callao bis Guayaquil, bei einem Breiten-Unterschied von 9° 50′, eine Inclinations-Veränderung von 33°, 05 gefunden (s. meine Relation historique T. III. p. 622). Von Guarmey (Br. 10° 4′ Süd), Huaura (Br. 11° 3′) bis Chancay (Br. 11° 32′) sind die Neigungen 6°, 80; 9°, 00 und 10°, 35 cent. Eintheilung. Die Ortsbestimmung mittelst der magnetischen Inclination hat da, wo der Schiffscurs die isoklinischen Linien fast senkrecht schneidet, das Merkwürdige, daß sie die einzige ist, welche jeder Zeitbestimmung, und also des Anblicks der Sonne und der anderen Gestirne entbehren kann. Ich habe vor kurzem erst aufgefunden, daß schon am Ende des 16ten Jahrhunderts, also kaum 20 Jahre nach der Erfindung des Inclinatorium von Robert Norman, in dem großen Werke de Magnete von William Gilbert, Vorschläge, die Breite durch die Neigung der Magnetnadel zu bestimmen, gemacht worden sind. Gilbert (Physiologia nova de Magnete lib. V. cap. 8. p. 200) rühmt die Methode als anwendbar „aëre caliginoso." Edward Wright in der Vorrede, welche er dem großen Werke seines Lehrers beigefügt hat, nennt einen solchen Vorschlag „vieles Goldes werth." Da er mit Gilbert irrigerweise annahm, daß die isoklinischen Linien mit den geographischen Parallelkreisen, wie der magnetische Aequator mit dem geographischen, zusammenfielen, so bemerkte er nicht, daß die erwähnte Methode eine locale und viel eingeschränktere Anwendung hat.

†) Gauß und Weber, Resultate des magnetischen Vereins im J. 1838 § 31 S. 46.

‡) Nach Faraday's Behauptung (London and Edinburgh Philosophical Magazine 1836 Vol. VIII. p. 178) ist dem reinen Kobalt der Magnetismus ganz abzusprechen. Es ist mir nicht unbekannt, daß andre berühmte Chemiker (Heinrich Rose und Wöhler) diese Behauptung für nicht absolut entscheidend halten. Wenn von zwei mit Sorgfalt gereinigten Kobaltmassen, welche man beide für nickelfrei hält, sich die eine als ganz unmagnetisch (im ruhenden Magnetismus) zeigt, so scheint mir der Verdacht, daß die andere ihre magnetische Eigenschaft einem Mangel von Reinheit verdanke, doch wahrscheinlich und für Faraday's Ansicht sprechend.

||) Arago in den Annales de Chimie T. XXXII. p. 214; Brewster, Treatise of Magnetism 1837 p. 111; Baumgartner in der Zeitschrift für Phys. und Mathem. Bd. II. S. 419.

[illegible] der Sonnenwärme selbst auf die [illegible] thermische Zustand der Meere [illegible] wenig günstig; denn von un[illegible] aus der Luft- und [illegible]

[illegible] bewegende Kra[illegible] [illegible] im Sonnensystem [illegible] der [illegible] um Schwerpunkt der [illegible] Erde in dem Jahr[illegible] [illegible] ist.

[illegible]

Jahren auf 1958000 anwachsen wird. Nie ist eine so großartige, so erfreuliche Anstrengung gezeigt worden, um das Quantitative der Gesetze in einer Naturerscheinung zu ergründen. Man darf daher wohl mit Recht hoffen, daß diese Gesetze, mit denen verglichen, welche im Luftkreise und in noch ferneren Räumen walten, uns allmälich dem Genetischen der magnetischen Erscheinungen selbst näher führen werden. Bis jetzt können wir uns nur rühmen, daß eine größere Zahl möglicher, zur Erklärung führender Wege eröffnet worden sind. In der physischen Lehre vom Erdmagnetismus, welche mit der rein mathematischen nicht verwechselt werden darf, finden sich, wie in der Lehre von den meteorologischen Processen des Luftkreises, diejenigen vollkommen befriedigt, die in den Erscheinungen bequem alles Factische wegläugnen, was sie nicht nach ihren Ansichten erklären können.

Der tellurische Magnetismus, die electro-dynamischen, von dem geistreichen Ampère*) gemessenen Kräfte, stehen gleichzeitig in innigem Verkehr mit dem Erd- oder Polar-Lichte, wie mit der inneren und äußeren Wärme des Planeten, dessen Magnet-Pole als Kälte-Pole†) betrachtet werden. Wenn Halley‡) vor 128 Jahren nur als eine gewagte Vermuthung aussprach, daß das Nordlicht eine magnetische Erscheinung sei, so hat Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetische Kräfte) jene Vermuthung zu einer empirischen Gewißheit erhoben. Es giebt Vorboten des Nordlichtes. Bereits am Morgen vor der nächtlichen Lichterscheinung verkündigt gewöhnlich der unregelmäßige stündliche Gang der Magnetnadel eine Störung des Gleichgewichts in der Vertheilung des Erdmagnetismus. Wenn diese Störung eine große Stärke erreicht, so wird das Gleichgewicht der Vertheilung durch eine von Lichtentwickelung begleitete Entladung wiederhergestellt. „Das Nordlicht||) selbst ist dann nicht als eine äußere Ursache der Stö-

---

der Königl. Societät zu London, den Herzog von Sussex, im April 1836 richtete (Lettre de Mr. de Humboldt à S. A. R. le Duc de Sussex sur les moyens propres à perfectionner la connaissance du magnétisme terrestre par l'établissement de stations magnétiques et d'observations correspondantes), ein wohlwollendes Interesse für ein Unternehmen zu erregen, dessen Erweiterung längst das Ziel meiner heißesten Wünsche war. Ich drang in dem Briefe an den Herzog von Sussex auf permanente Stationen in Canada, St. Helena, auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Ile de France, Ceylon und Neu-Holland, welche ich schon fünf Jahre früher als vortheilhaft bezeichnet hatte. Es wurde in dem Schooße der Royal Society ein Joint Physical and Meteorological Committee ernannt, welches der Regierung neben den fixed magnetic Observatories in beiden Hemisphären ein equipment of a naval Expedition for magnetic observations in the Antarctic Seas vorschlug. Was die Wissenschaft in dieser Angelegenheit der großen Thätigkeit von Sir John Herschel, Sabine, Airy und Lloyd, wie der mächtigen Unterstützung der 1838 zu Newcastle versammelten British Association for the advancement of Science verdankt, brauche ich hier nicht zu entwickeln. Im Junius 1839 wurde die magnetische antarctische Expedition unter dem Befehle des Capitäns James Clark Roß beschlossen; und jetzt, da sie ruhmvoll zurückgekehrt ist, genießen wir zwiefache Früchte, die der wichtigsten geographischen Entdeckungen am Südpole und die gleichzeitiger Beobachtungen in 8 bis 10 magnetischen Stationen.

*) Ampère, statt die innere Erdwärme einem Uebergange der Stoffe aus dem dunstartig-flüssigen in den starren Zustand bei Bildung des Planeten zuzuschreiben, hing der mir sehr unwahrscheinlichen Meinung an, die Erdwärme sei Folge der fortdauernden chemischen Wirkung eines Kernes von Erd- und alkalischen Metallen gegen die sich oxydirende äußere Rinde. „On ne peut douter, sagt er in der meisterhaften Théorie des phénomènes électro-dynamiques (1826 p. 199), qu'il existe dans l'intérieur du Globe des courants électro-magnétiques et que ces courants sont la cause de la chalour qui lui est propre. Ils naissent d'un noyau métallique central composé des métaux que Sir Humphrey Davy nous a fait connaître, agissant sur la couche oxidée qui entoure le noyau."

†) Der denkwürdige Zusammenhang zwischen der Krümmung der magnetischen Linien und der Krümmung meiner Isothermen ist zuerst von Sir David Brewster aufgefunden worden; s. Transactions of the Royal Society of Edinburgh Vol. IX. 1821 p. 318 und Treatise on Magnetism 1837 p. 42, 44, 47 und 268. Dieser berühmte Physiker nimmt in der nördlichen Erdhälfte zwei Kältepole (poles of maximum cold) an, einen amerikanischen (Br. 73°, Länge 102° West, nahe bei Cap Walker) und einen asiatischen (Br. 73°, Länge 78° Ost); daraus entstehen nach ihm zwei Wärme- und zwei Kälte-Meridiane, d. h. Meridiane der größten Wärme und Kälte. Schon im 16ten Jahrhunderte lehrte Acosta (Historia natural de las Indias 1589 lib. I cap. 17), indem er sich auf die Beobachtungen eines vielerfahrnen portugiesischen Piloten gründete, daß es vier Linien ohne Abweichung gebe. Diese Ansicht scheint durch die Streitigkeiten des Henry Bond (Verfassers der Longitude found 1676) mit Beckborrow auf Halley's Theorie der vier Magnetpole einigen Einfluß gehabt zu haben. S. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. III. p. 60.

‡) Halley in den Philosophical Transactions Vol. XXIX. (for 1714—1716) No. 341.

||) Dove in Poggendorff's Annalen Bd. XX. S. 341, Bd. XIX. S. 388: „Die Declinationsnadel verhält sich ungefähr wie ein atmosphärisches Electrometer, dessen Divergenz ebenfalls die gesteigerte Spannung der Electricität erzeugt, ehe diese so groß geworden ist, daß der Funken (Blitz) überschlagen kann." Vergl. auch die scharfsinnigen Betrachtungen des Prof. Kämtz in seinem Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 511—519; Sir David Brewster, Treatise on Magnetism p.

rung anzusehen, sondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Thätigkeit, deren eine Seite jenes Leuchten, die andere die Schwingungen der Nadel sind.“ Die prachtvolle Erscheinung des farbigen Polarlichtes ist der Act der Entladung, das Ende eines magnetischen Ungewitters, wie in dem electrischen Ungewitter ebenfalls eine Lichtentwickelung, der Blitz, die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts in der Vertheilung der Electricität bezeichnet. Das electrische Ungewitter ist gewöhnlich auf einen kleinen Raum eingeschränkt, und außerhalb desselben bleibt der Zustand der Luftelectricität ungeändert. Das magnetische Ungewitter dagegen offenbart seine Wirkung auf den Gang der Nadel über große Theile der Continente; wie Arago zuerst entdeckt hat, fern von dem Orte, wo die Lichtentwickelung sichtbar wird. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß, wie bei schwer geladenem, drohendem Gewölke und bei oftmaligem Uebergehen der Luftelectricität in einen entgegengesetzten Zustand es doch nicht immer zur Entladung in Blitzen kommt; so auch magnetische Ungewitter große Störungen des stündlichen Ganges der Nadel in weitem Umkreise hervorrufen können, ohne daß das Gleichgewicht der Vertheilung nothwendig durch Explosion, durch leuchtendes Ueberströmen von einem Pol zum Aequator oder gar von Pol zu Pol erneuert werden müsse.

Wenn man alle Einzelheiten der Erscheinung in ein Bild zusammenfassen will, so sind die Entstehung und der Verlauf eines sich ganz ausbildenden Nordlichtes also zu bezeichnen. Tief am Horizont, ungefähr in der Gegend, wo dieser vom magnetischen Meridian durchschnitten wird, schwärzt sich der vorher heitere Himmel. Es bildet sich wie eine dicke Nebelwand, die allmälig aufsteigt und eine Höhe von 8 bis 10 Graden erreicht. Die Farbe des dunklen Segments geht ins Braune oder Violette über. Sterne sind sichtbar in dieser wie durch einen dichten Rauch verfinsterten Himmelsgegend. Ein breiter, aber hellleuchtender Lichtbogen, erst weiß, dann gelb, begrenzt das dunkle Segment; da aber der glänzende Bogen später entsteht, als das rauchgraue Segment, so kann man nach Argelander letzteres nicht*) einem bloßen Contraste mit dem helleren Lichtsaume zuschreiben. Der höchste Punkt des Lichtbogens ist, wo er genau gemessen †) worden ist, gewöhnlich nicht ganz im magnetischen Meridian, sondern 5°—18° abweichend nach der Seite, wohin die Magnet-Declination des Orts sich richtet. Im hohen Norden, dem Magnetpole sehr nahe, erscheint das rauchähnliche Kugelsegment weniger dunkel, bisweilen gar nicht. Dort auch, wo die Horizontalkraft am schwächsten ist, sieht man die Mitte des Lichtbogens von dem magnetischen Meridian am weitesten entfernt.

Der Lichtbogen, in stetem Aufwallen und formveränderndem Schwanken, bleibt bisweilen Stunden lang stehen, ehe Strahlen und Strahlenbündel aus demselben hervorschießen und bis zum Zenith hinaufsteigen. Je intensiver die Entladungen des Nordlichts sind, desto lebhafter spielen die Farben vom Violetten und bläulich Weißen durch alle Abstufungen bis in das Grüne und Purpurrothe. Auch bei der gewöhnlichen, durch Reibung erregten Electricität ist der Funke erst dann gefärbt, wenn nach großer Spannung die Explosion sehr heftig ist. Die magnetischen Feuersäulen steigen bald aus dem Lichtbogen allein hervor, selbst mit schwarzen, einem dicken Rauche ähnlichen Strahlen gemengt; bald erheben sie sich gleichzeitig an vielen entgegengesetzten Punkten des Horizontes und vereinigen sich in ein zuckendes Flammenmeer, dessen Pracht keine Schilderung erreichen kann, da es in jedem Augenblick seinen leuchtenden Wellen andere und andere Gestaltungen

---

[illegible] über die magnetischen Eigenschaften des galvanischen Flammen- oder Lichtbogens an einer Bunsen'schen Kohlenzinkkette s. Casselmann's Beob. (Marburg 1844 S. [illegible]).

*) Argelander in dem wichtigen Aufsatze über das Nordlicht, welchen er den Vorträgen, gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg, Bd. I. 1834 S. 2[illegible]—264 einverleibt hat.

†) Ueber die Resultate der Beobachtungen von Lottin, Bravais und Siljerström, welche einen Winter in Bosekop an der lappländischen Küste (Br. 70°) zugebracht und in 210 Nächten 160 Nordlichter gesehen haben, s. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. X. p. 289 und Martins, Météorologie 1843 p. 453. Vergl. auch Argelander in den Vorträgen, geh. in der Königsberg. Gesellsch., Bd. I. S. 259.

giebt. Die Intensität dieses Lichts ist zu Zeiten so groß, daß Lowenörn (29. Jan. 1786) bei hellem Sonnenscheine Schwingungen des Polarlichtes erkannte. Die Bewegung vermehrt die Sichtbarkeit der Erscheinung. Um den Punkt des Himmelsgewölbes, welcher der Richtung der Neigungs-Nadel entspricht, schaaren sich endlich die Strahlen zusammen und bilden die sogenannte Krone des Nordlichts. Sie umgiebt wie den Gipfel eines Himmelszeltes mit einem milderen Glanze und ohne Wallung im ausströmenden Lichte. Nur in seltenen Fällen gelangt die Erscheinung bis zur vollständigen Bildung der Krone; mit derselben hat sie aber stets ihr Ende erreicht. Die Strahlungen werden nun seltener, kürzer und farbenloser. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald sieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmäßig zerstreut nur breite, blasse, fast aschgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch sie verschwinden früher als die Spur des dunklen rauchartigen Segments, das noch tief am Horionte steht. Es bleibt oft zuletzt von dem ganzen Schauspiel nur ein weißes, zartes Gewölk übrig, an den Rändern gefiedert oder in kleine rundliche Häufchen (als cirro-cumulus) mit gleichen Abständen getheilt.

Dieser Zusammenhang des Polarlichtes mit den feinsten Cirrus-Wölkchen verdient eine besondere Aufmerksamkeit, weil er uns die electro-magnetische Lichtentwickelung als Theil eines meteorologischen Processes zeigt. Der tellurische Magnetismus offenbart sich hier in seiner Wirkung auf den Dunstkreis, auf die Condensation der Wasserdämpfe. Was Thienemann, welcher die sogenannten Schäfchen für das Substrat des Nordlichts hält, in Island gesehen, ist in neueren Zeiten von Franklin und Richardson nahe am amerikanischen Nordpole, vom Admiral Wrangel an den sibirischen Küsten des Eismeeres bestätigt worden. Alle bemerkten, „daß das Nordlicht die lebhaftesten Strahlen dann schoß, wenn in der hohen Luftregion Massen des Cirro-Stratus schwebten, und wenn diese so dünn waren, daß ihre Gegenwart nur durch die Entstehung eines Hofes um den Mond erkannt werden konnte." Die Wolken ordneten sich bisweilen schon bei Tage auf eine ähnliche Art als die Strahlen des Nordlichts, und beunruhigten dann wie diese die Magnetnadel. Nach einem großen nächtlichen Nordlichte erkannte man früh am Morgen dieselben an einander gereihten Wolkenstreifen, welche vorher leuchtend gewesen waren*). Die scheinbar convergirenden Polarzonen (Wolkenstreifen in der Richtung des magnetischen Meridians), welche mich auf meinen Reisen auf der Hochebene von Mexico wie im nördlichen Asien anhaltend beschäftigt haben, gehören wahrscheinlich zu derselben Gruppe der Tages-Erscheinungen †).

---

*) John Franklin, Narrative of a Journey to the shores of the Polar Sea in the years 1819—1822 p. 552 und 597; Thienemann im Edinburgh Philos. Journal Vol. XX. p. 366; Farquharson a. a. O. Vol. VI. p. 392; Wrangel, Phys. Beob. S. 59. Parry sah selbst den großen Nordlichtbogen bei Tage stehen bleiben; Journal of a second Voyage, performed in 1821—1823, p. 156. Etwas Aehnliches war am 9. Sept. 1827 in England bemerkt worden. Man unterschied am hellen Mittag einen 20° hohen Lichtbogen und leuchtende aus ihm aufsteigende Säulen in einem nach vorhergegangenem Regen klar gewordenen Theile des Himmels. Journal of the Royal Institution of Gr. Britain 1828 Jan. p. 429.

†) Ich habe nach der Rückkunft von meiner amerikanischen Reise die aus zarten, wie durch die Wirkung abstoßender Kräfte sehr gleichmäßig unterbrochenen Wolken-Häufchen (cirro-cumulus) als Polarstreifen (bandes polaires) beschrieben, weil ihre perspectivischen Convergenzpunkte meist anfangs in den Magnetpolen liegen, so daß die parallelen Reihen der Schäfchen dem magnetischen Meridiane folgen. Eine Eigenthümlichkeit dieses räthselhaften Phänomens ist das Hin- und Herschwanken, oder zu anderer Zeit das allmälige regelmäßige Fortschreiten des Convergenz-Punktes. Gewöhnlich sind die Streifen nur nach einer Weltgegend ganz ausgebildet, und in der Bewegung sieht man sie, erst von S. nach N., und allmälig von O. nach W. gerichtet. Veränderten Luftströmen in der obersten Region der Atmosphäre möchte ich das Fortschreiten der Zonen nicht zuschreiben. Sie entstehen bei sehr ruhiger Luft und großer Heiterkeit des Himmels, und sind unter den Tropen viel häufiger als in der gemäßigten und kalten Zone. Ich habe das Phänomen in der Andeskette fast unter dem Aequator in 14000 Fuß Höhe, wie im nördlichen Asien in den Ebenen zu Krasnojarski, südlich von Buchtarminsk, sich so auffallend gleich entwickeln sehen, daß man es als einen weitverbreiteten von allgemeinen Naturkräften abhängigen Proceß zu betrachten hat. S. die wichtigen Bemerkungen von Kämtz (Vorlesungen über Meteorologie 1840 S. 146), wie die neueren von Martins und Bravais Météorologie 1843 p. 117). Bei Süd-Polarbanden, aus sehr leichtem Gewölk zusammengesetzt, welche Arago bei Tage den 23. Juni 1844 zu Paris bemerkte, schossen aus einem von Osten gegen Westen gerichteten Bogen dunkle Strahlen aufwärts. Wir haben schon oben bei nächtlich leuchtenden Nord-Polarlichtern schwarzer, einem dunkeln Rauche ähnlicher Strahlen erwähnt.

Südlichter sind oft von dem scharfsinnigen und fleißigen Beobachter Dalton in England, Nordlichter in der südlichen Hemisphäre bis 45° Breite (14. Jan. 1831) gesehen worden. In nicht sehr seltenen Fällen ist das Gleichgewicht an beiden Polen gleichzeitig gestört. Ich habe bestimmt ergründet, daß bis in die Tropenregion, selbst in Mexico und Peru, Nord-Polarlichter gesehen worden sind. Man muß unterscheiden zwischen der Sphäre gleichzeitiger Sichtbarkeit der Erscheinung und der Erdzone, in welcher die Erscheinung fast jede Nacht gesehen wird. Jeder Beobachter sieht gewiß, wie seinen eigenen Regenbogen, so auch sein eigenes Polarlicht. Ein großer Theil der Erde erzeugt zugleich das ausströmende Lichtphänomen. Man kann viele Nächte angeben, in denen es in England und in Pennsylvanien, in Rom und in Peking gleichzeitig beobachtet wurde. Wenn man behauptet, daß die Polarlichter mit der abnehmenden Breite abnehmen, so muß man die Breite als eine magnetische, durch den Abstand vom Magnetpole gemessene betrachten. In Island, in Grönland, in Terre Neuve, an den Ufern des Sklavensees oder zu Fort Enterprise in Nord-Canada entzünden sie sich zu gewissen Jahreszeiten fast jede Nacht und feiern, wie die Einwohner der Shetland-Inseln *) es nennen, in zuckenden Strahlen den „lustigen Himmelstanz." Während in Italien das Nordlicht eine große Seltenheit ist, sieht man es wegen der südlichen Lage des amerikanischen Magnetpols überaus häufig in der Breite von Philadelphia (39° 57′). Aber auch in den Gegenden, welche in dem neuen Continent und an den sibirischen Küsten sich durch große Frequenz des Phänomens auszeichnen, giebt es so zu sagen besondere **Nordlichtstriche**, Längenzonen, in denen das Polarlicht vorzüglich †) glänzend und prachtvoll ist. **Oertliche** Einflüsse sind also nicht zu verkennen. Wrangel sah den Glanz abnehmen, so wie er sich um Nischne-Kolymsk vom Littoral des Eismeers entfernte. Die auf der Nordpol-Expedition gesammelten Erfahrungen scheinen zu beweisen, daß ganz nahe um den Magnetpol die Lichtentbindung auf das wenigste um nichts stärker und häufiger, als in einiger Entfernung davon ist.

Was wir von der **Höhe** des Polarlichts wissen, gründet sich auf Messungen, die ihrer Natur nach wegen der beständigen Oscillation der Lichterscheinung und daraus entstehender Unsicherheit des parallactischen Winkels nicht viel Vertrauen einflößen können. Die erlangten Resultate schwanken, um nicht veralteter Angaben zu erwähnen, zwischen einigen Meilen und einer Höhe von drei- bis viertausend Fuß ‡). Es ist nicht unwahrscheinlich, daß das Nordlicht zu verschiedenen Zeiten eine sehr verschiedene Entfernung habe. Die neuesten Beobachter sind geneigt, das Phänomen nicht an die Grenze der Atmosphäre, sondern in die Wolkenregion selbst zu versetzen; sie glauben sogar, daß die Nordlichtstrahlen durch Winde und Luftströmungen bewegt werden können, wenn wirklich das Lichtphänomen, durch welches uns allein das Dasein einer electro-magnetischen Strömung bemerkbar wird, an materielle Gruppen beweglicher Dunstbläschen gebunden ist oder, besser zu sagen, dieselben durchdringt, von einem Bläschen zum anderen überspringend. Franklin hat am Bärensee ein strahlendes Nordlicht gesehen, von dem er glaubte, daß es die untere Seite der Wolkenschicht erleuchtete: während daß nur 4½ geogr. Meile davon Kendal, welcher die ganze Nacht über die Wache hatte und das Himmelsgewölbe keinen Augenblick aus den Augen verlor, gar keine Lichterscheinung bemerkte. Das neuerdings mehrfach behauptete Niederschießen von Nordlichtstrahlen nahe zur Erde, zwischen dem Beobachter und einem nahen Hügel, bietet, wie beim Blitze und bei dem Fall von Feuerkugeln, eine vielfache Gefahr optischer Täuschung dar.

Ob das **magnetische Gewitter**, von dem wir so eben ein merkwürdiges Beispiel großer örtlicher Beschränktheit angegeben, mit dem electrischen Gewitter außer dem Lichte

---

*) Das Nordlicht heißt auf den Shetland-Inseln the merry dancers. **Kendall** im Quarterly Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 395.

†) Siehe die vortreffliche Arbeit von **Muncke** in der neuen Ausgabe von **Gehler's** Physik. Wörterbuch Bd. VII, 1. S. 113—268, besonders S. 158.

‡) **Farquharson** im Edinb. Philos. Journal Vol XVI. p. 304; Philos. Transact. for 1829 p. 113.

auch das Geräusch gemein habe, ist überaus zweifelhaft geworden, da man nicht mehr unbedingt den Erzählungen der Grönlandfahrer und sibirischen Fuchsjäger traut. Die Nordlichter sind schweigsamer geworden, seitdem man sie genauer zu beobachten und zu belauschen versteht. Parry, Franklin und Richardson am Nordpol, Thienemann in Island, Gieseke in Grönland, Lottin und Bravais am Nordcap, Wrangel und Anjou an der Küste des Eismeeres haben zusammen an tausend Nordlichter gesehen, und nie irgend ein Geräusch vernommen. Will man diese negativen Zeugnisse gegen zwei positive von Hearne an der Mündung des Kupferflusses und von Henderson in Island nicht gelten lassen, so muß man in Erinnerung bringen, daß Hood dasselbe Geräusch wie von schnell bewegten Flintenkugeln und von leisem Krachen zwar während eines Nordlichts, aber dann auch am folgenden Tage ohne alles Nordlicht vernahm; man muß nicht vergessen, wie Wrangel und Gieseke zur festen Ueberzeugung gelangten, daß das gehörte Geräusch dem Zusammenziehen des Eises und der Schneekruste, bei einer plötzlichen Erkaltung des Luftkreises, zuzuschreiben sei. Der Glaube an ein knisterndes Geräusch ist nicht in dem Volke, sondern bei gelehrten Reisenden wohl deshalb entstanden, weil man schon in früher Zeit, wegen des Leuchtens der Electricität in luftverdünnten Räumen, das Nordlicht für eine Wirkung atmosphärischer Electricität erklärte, und hörte, was man zu hören wünschte. Neue mit sehr empfindlichen Electrometern angestellte Versuche haben gegen alle Erwartung bisher nur negative Resultate gegeben. Der Zustand der Luftelectricität ward während der stärksten Nordlichter nicht verändert gefunden.

Dagegen werden alle drei Kraftäußerungen des tellurischen Magnetismus, Abweichung, Inclination und Intensität, zugleich von dem Polarlichte verändert. In einer und derselben Nacht wirkt dasselbe auf das eine Ende der Nadel bald anziehend, bald abstoßend, in verschiedenen Stunden seiner Entwickelung. Die Behauptung, daß nach den von Parry in der Nähe des Magnetpols auf Melville's Inseln gesammelten Thatsachen die Nordlichter die Magnetnadel nicht afficirten, sondern vielmehr als eine „beruhigende" Potenz wirkten, ist durch die genauere Untersuchung *) von Parry's eigenem Reisejournale und durch die schönen Beobachtungen von Richardson, Hood und Franklin in Nord-Canada, wie zuletzt von Bravais und Lottin in Lapland hinlänglich widerlegt worden. Der Proceß des Nordlichts ist, wie wir schon oben bemerkt, der Act der Wiederherstellung eines gestörten Gleichgewichts. Die Wirkung auf die Nadel ist nach dem Maaß der Stärke in der Explosion verschieden. Sie war in der nächtlichen Winterstation zu Bosekop nur dann unmerklich, wenn die Lichterscheinung sich sehr schwach und tief am Horizont zeigte. Die aufschießenden Strahlencylinder hat man scharfsinnig mit der Flamme verglichen, welche in dem geschlossenen Kreise der Volta'schen Säule zwischen zwei weit von einander entfernten Kohlenspitzen, oder nach Fizeau zwischen einer Silber- und einer Kohlenspitze entsteht, und die von dem Magnete angezogen oder abgestoßen wird. Diese Analogie macht wenigstens die Annahme metallischer Dämpfe im Dunstkreise entbehrlich, welche berühmte Physiker als Substrat des Nordlichts betrachten.

Wenn das leuchtende Phänomen, das wir einem galvanischen Strome, d. h. einer Bewegung der Electricität in einem in sich selbst zurückkehrenden Kreislaufe, zuschreiben, durch den unbestimmten Namen des Polarlichts bezeichnet wird, so ist damit nur die örtliche Richtung angegeben, in welcher am häufigsten, keineswegs immer, der Anfang der Lichtentwicklung gesehen wird. Was diesem Naturphänomen seine größere Wichtigkeit giebt, ist die Thatsache, daß die Erde leuchtend wird, daß ein Planet, außer dem Lichte, welches er von dem Centralkörper, der Sonne, empfängt, sich eines eigenen Lichtprocesses fähig zeigt. Die Intensität des Erdlichts, oder vielmehr die Erhellung, welche dasselbe verbreiten kann, übertrifft bei dem höchsten Glanze farbiger und nach dem Zenith

*) Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. S. 498 und 501.

aufsteigender Strahlung um ein weniges das Licht des ersten Mondviertels. Bisweilen (7. Jan. 1831) hat man ohne Anstrengung Gedrucktes lesen können. Dieser, in den Polargegenden fast ununterbrochene Lichtproceß der Erde leitet uns durch Analogien auf die denkwürdige Erscheinung, welche die Venus darbietet. Der von der Sonne nicht erleuchtete Theil dieses Planeten leuchtet bisweilen mit einem eigenen phosphorischen Scheine. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der Mond, Jupiter und die Cometen außer dem, durch Polariscope erkennbaren, reflectirten Sonnenlichte auch von ihnen selbst hervorgebrachtes Licht ausstrahlen. Ohne der problematischen, aber sehr gewöhnlichen Art des Wetterleuchtens zu erwähnen, in der ein ganzes, tiefstehendes Gewölk viele Minuten lang ununterbrochen flimmernd leuchtet, finden wir in unserm Dunstkreise selbst noch andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. Dahin gehören der berühmte bei Nacht leuchtende trockne Nebel der Jahre 1783 und 1831; der stille, von Rozier und Beccaria beobachtete Lichtproceß großer Wolken, ohne alles Flimmern; ja, wie Arago*) scharfsinnig bemerkt, das schwache diffuse Licht, welches in tief bewölkten, mond- und sternlosen Herbst- und Winternächten, ohne Schnee, unter freiem Himmel unsere Schritte leitet. Wie im Polarlichte, im electro-magnetischen Ungewitter, in hohen Breiten die Fluth des bewegten, oft farbigen Lichtes den Luftkreis durchströmt, so sind in der heißen Zone der Tropen viele tausend Quadratmeilen des Oceans gleichzeitig lichterzeugend. Hier gehört der Zauber des Lichtes den organischen Kräften der Natur an. Lichtschäumend kräuselt sich die überschlagende Welle, Funken sprühet die weite Fläche, und jeder Funke ist die Lebensregung einer unsichtbaren Thierwelt. So mannigfaltig ist der Urquell des irdischen Lichtes. Soll man es sich gar noch verborgen, unentfesselt, in Dämpfen gebunden denken, zur Erklärung der Moser'schen Bilder aus der Ferne, einer Entdeckung, in welcher uns die Wirklichkeit bisher wie ein geheimnißschweres Traumbild erscheint?

So wie die innere Wärme unsers Planeten auf der einen Seite mit der Erregung electro-magnetischer Strömungen und dem Lichtproceß der Erde (einer Folge des Ausbruchs eines magnetischen Ungewitters) zusammenhängt, so offenbart sie sich auch auf der andern Seite als eine Hauptquelle geognostischer Phänomene. Wir betrachten diese in ihrer Verkettung und in ihrem Uebergange von einer bloß dynamischen Erschütterung und von der Hebung ganzer Continente und Gebirgsmassen zu der Erzeugung und zum Erguß von gasförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamme, von glühenden und geschmolzenen Erden, die sich als krystallinische Gebirgsarten erhärten. Es ist ein nicht geringer Fortschritt der neueren Geognosie (des mineralogischen Theils der Physik der Erde), die hier bezeichnete Verkettung der Erscheinungen ergründet zu haben. Die Einsicht derselben leitet von den spielenden Hypothesen ab, durch welche man vormals jede Kraftäußerung des alten Erdballs einzeln zu erklären suchte; sie zeigt die Verbindung von dem Hervortreten verschiedenartiger Stoffe mit dem, was nur der räumlichen Veränderung (Erschütterung oder Hebung) angehört; sie reiht Gruppen von Erscheinungen, welche auf den ersten Anblick sich als sehr heterogen darbieten: Thermalquellen, Ausströmungen von Kohlensäure und Schwefeldämpfen, harmlose Salsen (Schlamm-Ausbrüche) und die furchtbaren Verheerungen feuerspeiender Berge, an einander. In einem großen Naturbilde schmilzt dies alles in den einigen Begriff der Reaction des Inneren eines Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche zusammen. So erkennen wir in den Tiefen der Erde, in ihrer mit dem Abstand von der Oberfläche zunehmender Temperatur gleichzeitig die Keime erschütternder Bewegung, allmäliger Hebung ganzer Continente (wie der Bergketten auf langen Spalten), vulkanischer Ausbrüche und mannigfaltiger Erzeugung von Mine-

*) Arago über die trocknen Nebel von 1783 und 1831, welche die Nacht erleuchteten, im Annuaire du Bureau des Longitudes 1832 p. 246 und 250; und über sonderbare Lichterscheinungen in Wolken ohne Gewitter s. Notices sur la Tonnerre im Annuaire pour l'an 1838. p. 279—285.

ralien und Gebirgsarten. Aber nicht die unorganische Natur allein ist unter dem Einflusse dieser Reaction des Innern gegen das Aeußere geblieben. Es ist sehr wahrscheinlich, daß in der Urwelt mächtigere Ausströmungen von kohlensaurem Gas, dem Luftkreise beigemengt, den kohle-abscheidenden Proceß des Pflanzenlebens erhöhten, und daß so in waldzerstörenden Revolutionen ein unerschöpfliches Material von Brennstoff (Ligniten und Steinkohlen) in den oberen Erdschichten vergraben wurde. Auch die Schicksale der Menschheit erkennen wir als theilweise abhängig von der Gestaltung der äußeren Erdrinde, von der Richtung der Gebirgszüge und Hochländer, von der Gliederung der gehobenen Continente. Dem forschenden Geiste ist es gegeben, in der Kette der Erscheinungen von Glied zu Glied bis dahin aufzusteigen, wo bei Erstarrung des Planeten, bei dem ersten Uebergange der geballten Materie aus der Dunstform, sich die innere Erdwärme entwickelte, welche nicht der Wirkung der Sonne zugehört.

Um den Causalzusammenhang der geognostischen Erscheinungen übersichtlich zu schildern, beginnen wir mit denen, deren Hauptcharakter dynamisch ist, in Bewegung und räumlicher Veränderung besteht. Erdbeben, Erderschütterungen zeichnen sich aus durch schnell auf einander folgende senkrechte, oder horizontale, oder rotatorische Schwingungen. Bei der nicht unbeträchtlichen Zahl derselben, die ich in beiden Welttheilen, auf dem festen Lande und zur See erlebt, haben die zwei ersten Arten der Bewegung mir sehr oft gleichzeitig geschienen. Die minenartige Explosion, senkrechte Wirkung von unten nach oben, hat sich am auffallendsten bei dem Umsturze der Stadt Riobamba (1797) gezeigt, wo viele Leichname der Einwohner auf den mehrere hundert Fuß hohen Hügel la Culla, jenseits des Flüßchens von Lican, geschleudert wurden. Die Fortpflanzung geschieht meist in linearer Richtung wellenförmig, mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 7 geographischen Meilen in der Minute; theils in Erschütterungskreisen oder großen Ellipsen, in denen wie aus einem Centrum die Schwingungen sich mit abnehmender Stärke gegen den Umfang fortpflanzen. Es giebt Gegenden, die zu zwei sich schneidenden Erschütterungskreisen gehören. Im nördlichen Asien, in welchem der Vater der Geschichte*), wie später Theophylactus Simocatta†), die scythischen Länder frei von Erdbeben nannte, habe ich den südlichen metallreichen Theil des Altai-Gebirges unter dem zwiefachen Einflusse der Erschütterungs-Heerde vom Baikal-See und von den Vulkanen des Himmelsgebirges (Thian-schan) gefunden‡). Wenn die Erschütterungskreise sich durchschneiden, wenn z. B. eine Hochebene zwischen zwei gleichzeitig in Ausbruch begriffenen Vulkanen liegt, so können mehrere Wellensysteme gleichzeitig existiren und, wie in den Flüssigkeiten, sich gegenseitig nicht stören. Selbst Interferenz kann hier, wie bei den sich durchkreuzenden Schallwellen, gedacht werden. Die Größe der fortgepflanzten Erschütterungswellen wird an der Oberfläche der Erde nach dem allgemeinen Gesetze der Mechanik vermehrt, nach welchem bei der Mittheilung der Bewegung in elastischen Körpern die letzte, auf einer Seite frei liegende Schicht sich zu trennen strebt.

Die Erschütterungs-Wellen werden durch Pendel und Sismometer-Becken ziemlich genau in ihrer Richtung und totalen Stärke, keinesweges aber in der inneren Natur ihrer Alternanz und periodischen Intumescenz untersucht. In der Stadt Quito, die am Fuß eines noch thätigen Vulkans (des Rucu-Pichincha) 8950 Fuß über der Meeresfläche liegt, und schöne Kuppeln, hohe Kirchengewölbe und massive Häuser von mehreren Stockwerken aufzuweisen hat, bin ich oft über die Heftigkeit nächtlicher Erdstöße in Verwunderung gerathen, welche so selten Risse in dem Gemäuer verursachen, während in den peruanischen

---

*) Herod. IV, 28. Gegen das alte Vorurtheil (Plin. II, 80), daß Aegypten frei von Erdbeben sei, spricht schon der eine wiederhergestellte Coloß des Memnon (Letronne, La Statue vocale de Memnon 1833 p. 25—26); aber freilich liegt das Nilthal außerhalb des Erschütterungs-Kreises von Byzanz, dem Archipel und Syrien (Ideler ad Aristot. Meteor. p. 584).

†) Saint-Martin in den gelehrten Noten zu Lebeau, Hist. du Bas Empire T. IX. p. 401.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 110—118. Ueber den Unterschied der Erschütterung der Oberfläche und der darunter liegenden Erdschichten s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. p. 429.

Ebnen viel schwächer scheinende Oscillationen niedrigen Rohrhäusern schaden. Eingeborene, die viele hundert Erdbeben erlebt haben, glauben, daß der Unterschied weniger in der Länge oder Kürze der Wellen, in der Langsamkeit oder Schnelligkeit *) der horizontalen Schwingung, als in der Gleichmäßigkeit der Bewegung in entgegengesetzter Richtung liege. Die kreisenden (rotatorischen) Erschütterungen sind die seltensten, aber am meisten gefahrbringend. Umwenden von Gemäuer ohne Umsturz, Krümmung von vorher parallelen Baumpflanzungen, Verdrehung von Aeckern, die mit verschiedenen Getraidearten bedeckt waren, sind bei dem großen Erdbeben von Riobamba, in der Provinz Quito (4. Februar 1797), wie bei dem von Calabrien (5. Februar — 28. März 1783) beobachtet worden. Mit dem letzteren Phänomen des Verdrehens oder Verschiebens der Aecker und Culturstücke, von welchen gleichsam eines den Platz des andern angenommen, hängt eine translatorische Bewegung oder Durchdringung einzelner Erdschichten zusammen. Als ich den Plan der zerstörten Stadt Riobamba aufnahm, zeigte man mir die Stelle, wo das ganze Hausgeräth einer Wohnung unter den Ruinen einer anderen gefunden worden war. Das lockere Erdreich hatte sich wie eine Flüssigkeit in Strömen bewegt, von denen man annehmen muß, daß sie erst niederwärts, dann horizontal und zuletzt wieder aufwärts gerichtet waren. Streitigkeiten über das Eigenthum solcher viele hundert Toisen weit fortgeführten Gegenstände sind von der Audiencia (dem Gerichtshofe) geschlichtet worden.

In Ländern, wo die Erdstöße vergleichungsweise seltener sind (z. B. im südlichen Europa), hat sich nach einer unvollständigen Induction †) der sehr allgemeine Glaube gebildet, daß Windstille, drückende Hitze, ein dunstiger Horizont immer Vorboten der Erscheinung seien. Das Irrthümliche dieses Volksglaubens ist aber nicht bloß durch meine eigene Erfahrung widerlegt; es ist es auch durch das Resultat der Beobachtungen aller derer, welche viele Jahre in Gegenden gelebt haben, wo, wie in Cumana, Quito, Peru und Chili, der Boden häufig und gewaltsam erbebt. Ich habe Erdstöße gefühlt bei heiterer Luft und frischem Ostwinde, wie bei Regen und Donnerwetter. Auch die Regelmäßigkeit der stündlichen Veränderungen in der Abweichung der Magnetnadel und im Luft-

*) Tutissimum est cum vibrat crispante aedificiorum crepitu; et cum intumescit assurgens alternoque motu residet, innoxium et cum concurrentia tecta contrario ictu arietant; quoniam alter motus alteri renititur. Undantis inclinatio et fluctus more quaedam volutatio infesta est, aut cum in unam partem totus se motus impellit. Plin. II, 82.

†) Selbst in Italien hat man angefangen die Unabhängigkeit der Erdstöße von den Witterungsverhältnissen, d. h. von dem Anblick des Himmels unmittelbar vor der Erschütterung einzusehen. Friedrich Hoffmann's numerische Angaben stimmen ganz mit den Erfahrungen des Abbate Scina von Palermo überein; s. des Ersteren hinterlassene Werke Bd. II. S. 366—375. Röthliche Nebel am Tage des Erdbebens, kurz vor demselben, habe ich einige Male selbst beobachtet; ja am 4. Nov. 1799 habe ich zwei heftige Erdstöße in dem Augenblicke eines starken Donnerschlages erlebt (Relatio hist. liv. IV. chap. 10); der Turiner Physiker Vasalli Eandi hat bei den langdauernden Erdbeben von Pignerol (vom 2. April bis 17. Mai 1808) Volta's Electrometer heftig bewegt gesehen (Journal de Phys. T. LXVII. p. 291). Aber diese Zeichen des Nebels, der veränderten Luft-Electricität, der Windstille, dürfen nicht als allgemein bedeutsam, als mit der Erschütterung nothwendig zusammenhangend betrachtet werden: da man in Quito, Peru und Chili, wie in Canada und Italien, so viele Erdbeben bei dem reinsten, völlig dunstfreien Himmel, bei dem frischesten Land- und Seewinde beobachtet hat. Wenn aber auch an dem Tage des Erdbebens selbst oder einige Tage vorher kein metereologisches Zeichen die Erschütterung verkündigt, so ist doch der Einfluß der Jahreszeiten (der Frühjahr- und Herbst-Aequinoctien), des Eintritts der Regenzeit nach langer Dürre unter den Tropen und des Wechsels der Moussons, für die der allgemeine Volksglaube spricht, nicht darum ganz wegzuläugnen, weil uns bis jetzt der genetische Zusammenhang meteorologischer Processe mit dem, was in dem Innern der Erdrinde vorgeht, wenig klar ist. Numerische Untersuchungen über die Vertheilung der Erdbeben unter die verschiedenen Jahreszeiten, wie sie von Herrn von Hoff, Peter Merian und Friedrich Hoffmann mit vielem Fleiße angestellt worden sind, sprechen für die Epochen der Tag- und Nachtgleichen. Auffallend ist es, wie Plinius am Ende seiner phantastischen Erdbeben-Theorie die ganze furchtbare Erscheinung ein unterirdisches Gewitter nennt; nicht sowohl wegen des rollenden Getöses, welches die Erdstöße so oft begleitet, sondern weil die elastischen, durch Spannung erschütternden Kräfte sich in inneren Erdräumen anhäufen, wenn sie in dem Luftkreise fehlen! Ventos in causa esse non dubium reor. Neque enim unquam intremiscunt terrae, nisi sopito mari caeloque adeo tranquillo, ut volatus avium non pendeant, subtracto omni spiritu qui velfit; nec unquam nisi post ventos conditos, scilicet in venas et cavernas ejus occulto afflatu. Neque aliud est in terra tremor, quam in nube tonitruum; nec hiatus aliud, quam cum fulmen erumpit, incluso spiritu luctante et ad libertatem exire nitente. (Plin. II, 79.) In Seneca (Nat. Quaest. VI, 4—31) liegt übrigens ziemlich vollständig der Keim von allem, was man bis zur neuesten Zeit über die Ursachen der Erdbeben beobachtet und gefabelt hat.

drucke*) blieb zwischen den Wendekreisen an dem Tage der Erdstöße ungestört. Damit stimmen die Beobachtungen überein, welche Adolph Erman in der gemäßigten Zone bei einem Erdbeben in Irkutsk nahe am Baikal-See (8. März 1829) anstellte. Durch den starken Erdstoß von Cumana (4. Nov. 1799) fand ich zwar Abweichung und Intensität der magnetischen Kraft gleich unverändert, aber die Neigung der Nadel war zu meinem Erstaunen um 48′ gemindert†). Es blieb mir kein Verdacht eines Irrthums; und doch bei so vielen anderen Erdstößen, die ich auf dem Hochlande von Quito und in Lima erlebte, war neben den anderen Elementen des tellurischen Magnetismus auch die Neigung stets unverändert. Wenn im allgemeinen, was tief in dem Erdkörper vorgeht, durch keinen meteorologischen Proceß, durch keinen besonderen Anblick des Himmelsgewölbes vorherverkündigt wird; so ist es dagegen, wie wir bald sehen werden, nicht unwahrscheinlich, daß in gewissen sehr heftigen Erderschütterungen der Atmosphäre etwas mitgetheilt werde, und daß daher diese nicht immer rein dynamisch wirken. Während des langen Erzitterns des Bodens in den piemontesischen Thälern von Pelis und Clusson wurden bei gewitterlosem Himmel die größten Veränderungen in der electrischen Spannung des Luftkreises bemerkt

Die Stärke des dumpfen Getöses, welches das Erdbeben größtentheils begleitet, wächst keineswegs in gleichem Maaße, als die Stärke der Oscillationen. Ich habe genau ergründet, daß der große Stoß im Erdbeben von Riobamba (4. Februar 1797) — einem der furchtbarsten Phänomene der physischen Geschichte unseres Erdkörpers — von gar keinem Getöse begleitet war. Das ungeheure Getöse (el gran ruido), welches unter dem Boden der Städte Quito und Ibarra, nicht aber dem Centrum der Bewegung näher in Tacunga und Hambato, vernommen wurde, entstand 18—20 Minuten nach der eigentlichen Catastrophe. Bei dem berühmten Erdbeben von Lima und Callao (28. October 1746) hörte man das Getöse wie einen unterirdischen Donnerschlag in Truxillo auch erst ¼ Stunde später und ohne Erzittern des Bodens. Eben so wurden lange nach dem großen von Boussingault beschriebenen Erdbeben von Neu-Granada (16. November 1827) im ganzen Cauca-Thale, ohne alle Bewegung, von 30 zu 30 Secunden mit großer Regelmäßigkeit unterirdische Detonationen gehört. Auch die Natur des Getöses ist sehr verschieden: rollend, rasselnd und klirrend wie bewegte Ketten, ja in der Stadt Quito bisweilen abgesetzt wie ein naher Donner; oder hell klingend, als würden Obsidian- oder andre verglaste Massen in unterirdischen Höhlungen zerschlagen. Da feste Körper vortreffliche Leiter des Schalles sind, dieser z. B. in gebranntem Thon 10 bis 12mal schneller sich fortpflanzt als in der Luft, so kann das unterirdische Getöse in großer Ferne von dem Orte vernommen werden, wo es verursacht wird. In Caracas, in den Grasfluren von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, welcher in den Orinoco fällt, in einer Landstrecke von 2300 Quadratmeilen, hörte man überall am 30. April 1812, ohne alles Erdbeben, ein ungeheures donnerartiges Getöse, als 158 Meilen davon, in Nordosten, der Vulkan von St. Vincent in den kleinen Antillen aus seinem Krater einen mächtigen Lavastrom ergoß. Es war also der Entfernung nach, als wenn man einen Ausbruch des Vesuvs im nördlichen Frankreich vernähme. Im Jahr 1744, bei dem großen Ausbruch des Vulkans Cotopaxi, hörte man in Honda am Magdalena-Strom unterirdischen Kanonendonner. Der Krater des Cotopaxi liegt aber nicht bloß 17000 Fuß höher als Honda; beide Punkte sind auch durch die colossalen Gebirgsmassen von Quito, Pasto und Popayan, wie durch zahllose Thäler und Klüfte, in 109 Meilen Entfernung getrennt. Der Schall ward bestimmt nicht durch die Luft, sondern durch die Erde aus großer Tiefe fortgepflanzt. Bei dem heftigen Erdbeben von Neu-Granada (Februar 1835) hörte man unterirdischen Donner gleichzeitig in Popayan, Bogota,

*) Beweise, daß der Gang der stündlichen Barometer-Veränderungen vor und nach den Erdstößen nicht gestört werde, habe ich gegeben in Rel. hist. T. I. p. 311 und 513.

†) Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 515—517.

Santa Marta und Caracas (hier 7 Stunden lang ohne alle Erschütterung), in Haiti, Jamaica und um den See von Nicaragua.

Diese Schall-Phänomene, wenn sie von gar keinen fühlbaren Erschütterungen (Erdstößen) begleitet sind, lassen einen besonders tiefen Eindruck selbst bei denen, die schon lange einen oft erbebenden Boden bewohnt haben. Man harrt mit Bangigkeit auf das, was nach dem unterirdischen Krachen folgen wird. Das auffallendste, mit nichts vergleichbare Beispiel von ununterbrochenem unterirdischem Getöse, ohne alle Spur von Erdbeben, bietet die Erscheinung dar, welche auf den mexicanischen Hochlande unter dem Namen des Gebrülles und unterirdischen Donners (bramidos y truenos subterraneos) von Guanaxuato*) bekannt ist. Diese berühmte und reiche Bergstadt liegt fern von allen thätigen Vulkanen. Das Getöse dauerte seit Mitternacht den 9. Januar 1784 über einen Monat. Ich habe eine umständliche Beschreibung davon geben können, nach der Aussage vieler Zeugen und nach den Documenten der Municipalität, welche ich benutzen konnte. Es war (vom 13—16. Januar), als lägen unter den Füßen der Einwohner schwere Gewitterwolken, in denen langsam rollender Donner mit kurzen Donnerschlägen abwechselte. Das Getöse verzog sich, wie es gekommen war, mit abnehmender Stärke. Es fand sich auf einen kleinen Raum beschränkt; wenige Meilen davon, in einer basaltreichen Landstrecke, vernahm man es gar nicht. Fast alle Einwohner verließen vor Schrecken die Stadt, in der große Massen Silberbarren angehäuft waren; die muthigeren, an den unterirdischen Donner gewöhnt, kehrten zurück und kämpften mit der Räuberbande, die sich der Schätze bemächtigt hatte. Weder an der Oberfläche der Erde, noch in den 1500 Fuß tiefen Gruben war irgend ein leises Erdbeben bemerkbar. In dem ganzen mexicanischen Hochlande ist nie vorher ein ähnliches Getöse vernommen worden, auch hat in der folgenden Zeit die furchtbare Erscheinung sich nicht wiederholt. So öffnen und schließen sich Klüfte im Innern der Erde; die Schallwellen gelangen zu uns oder werden in ihrer Fortpflanzung gehindert.

Die Wirkung eines feuerspeienden Berges, so furchtbar malerisch auch das Bild ist, welches sie den Sinnen darbietet, ist doch nur immer auf einen sehr kleinen Raum eingeschränkt. Ganz anders ist es mit den Erdstößen, die, dem Auge kaum bemerkbar, bisweilen gleichzeitig in tausend Meilen Entfernung ihre Wellen fortpflanzen. Das große Erdbeben, welches am 1. November 1755 Lissabon zerstörte und dessen Wirkungen der große Weltweise Immanuel Kant so trefflich nachgespürt hat, wurde in den Alpen, an den schwedischen Küsten, in den antillischen Inseln (Antigua, Barbados und Martinique), in den großen Seen von Canada, wie in Thüringen und in dem nördlichen Flachlande von Deutschland in kleinen Binnenwassern der baltischen Ebenen, empfunden. Ferne Quellen wurden in ihrem Lauf unterbrochen, eine Erscheinung bei Erdstößen, auf die im Alterthume schon Demetrius der Kallatianer aufmerksam gemacht hatte. Die Teplitzer Thermen versiegten und kamen, alles überschwemmend, mit vielem Eisen-Ocher gefärbt, zurück. In Cadix erhob sich das Meer zu 60 Fuß Höhe, während in den kleinen Antillen die, gewöhnlich nur 26

*) Ueber die bramidos von Guanaxuato s. mein Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. I. p. 303. Das unterirdische Getöse ohne alle bemerkbare Erschütterung in den tiefen Bergwerken und an der Oberfläche (die Stadt Guanaxuato liegt 6420 Fuß über dem Meere) wurde nicht in der nahen Hochebene, sondern bloß in dem gebirgigen Theile der Sierra, von der Cuesta de los Aguilares, unweit Marfil, bis nördlich von Santa Rosa, gehört. Nach einzelnen Gegenden der Sierra, 6—7 Meilen nordwestlich von Guanaxuato, jenseits Chichimequillo bei der siedenden Quelle von San José de Comangillas, gelangten die Schallwellen nicht. Wunderbar gewaltsame Maaßregeln wurden vom Magistrat der großen Bergstadt schon den 14. Januar (1784), als der Schrecken über den unterirdischen Donner am größten war, angeordnet. „Jede Flucht Familie sollte bei Reichen mit 1000 Piastern, bei Armen mit 2 Monat Gefängniß bestraft werden. Die Miliz sollte die Fliehenden zurückholen." Am denkwürdigsten ist die Meinung, welche die Obrigkeit (el Cabildo) von ihrem Besser-Wissen hegte. Ich finde in einer der Proclamas den Ausdruck: „die Obrigkeit würde in ihrer Weisheit (en su Sabiduria) schon erkennen, wenn wirkliche Gefahr vorhanden sei, und dann zur Flucht mahnen; für jetzt seien nur Processionen abzuhalten." Es entstand Hungersnoth, da aus Furcht vor den truenos keine Zufuhr aus der kornreichen Hochebene kam. — Auch die Alten kannten schon Getöse ohne Erdstöße; Aristot. Meteor. II. p. 802, Plin. II. 80. Das sonderbare Getöse, welches vom März 1822 bis September 1824 in der dalmatischen Insel Meleda (4 Meilen von Ragusa) vernommen wurde, und über welches Partsch viel Licht verbreitet hat, war doch bisweilen von Erdstößen begleitet.

bis 28 Zoll hohe Fluth urplötzlich dintenschwarz 20 Fuß hoch stieg. Man hat berechnet, daß am 1. Nov. 1755 ein Erdraum gleichzeitig erbebte, welcher an Größe viermal die Oberfläche von Europa übertraf. Auch ist noch keine andere Aeußerung einer Kraft bekannt geworden (die mörderischen Erfindungen unsres eignen Geschlechts mit eingerechnet), durch welche in dem kurzen Zeitraum von wenigen Secunden oder Minuten eine größere Zahl von Menschen (sechzigtausend in Sicilien 1693, dreißig- bis vierzigtausend im Erdbeben von Riobamba 1797, vielleicht fünfmal so viel in Kleinasien und Syrien unter Tiber und Justin dem Aeltern um die Jahre 19 und 526) getödtet wurden.

Man hat Beispiele in der Andeskette von Südamerika, daß die Erde mehrere Tage hinter einander ununterbrochen erbebte; Erschütterungen aber, die fast zu jeder Stunde Monate lang gefühlt wurden, kenne ich nur fern von allen Vulkanen, am östlichen Abfall der Alpenkette des Mont Cenis bei Fenestrelles und Pignerol seit April 1808; in den Vereinigten Staaten von Nordamerika zwischen Neu-Madrid und Little Prairie *) (nördlich von Cincinnati) im December 1811 wie den ganzen Winter 1812; im Paschalik von Aleppo in den Monaten August und September 1822. Da der Volksglaube sich nie zu allgemeinen Ansichten erheben kann und daher immer große Erscheinungen localen Erd- und Luft-Processen zuschreibt, so entsteht überall, wo die Erschütterungen lange dauern, die Besorgniß vor dem Ausbrechen eines neuen Vulkans. In einzelnen seltenen Fällen hat sich allerdings diese Besorgniß begründet gezeigt; so bei plötzlicher Erhebung vulkanischer Eilande, so in der Entstehung des Vulkans von Jorullo (eines neuen Berges von 1580 Fuß Höhe über der alten benachbarten Ebene) am 29. September 1759, nach 90 Tagen Erdbebens und unterirdischen Donners.

Wenn man Nachricht von dem täglichen Zustande der gesammten Erdoberfläche haben könnte, so würde man sich sehr wahrscheinlich davon überzeugen, daß fast immerdar, an irgend einem Punkte, diese Oberfläche erbebt, daß sie ununterbrochen der Reaction des Inneren gegen das Aeußere unterworfen ist. Diese Frequenz und Allverbreitung einer Erscheinung, die wahrscheinlich durch die erhöhte Temperatur der tiefsten geschmolzenen Schichten begründet wird, erklärt ihre Unabhängigkeit von der Natur der Gebirgsarten, in denen sie sich äußert. Selbst in den lockersten Alluvialschichten von Holland, um Middelburg und Vliessingen, sind (23. Februar 1828) Erdstöße empfunden worden. Granit und Glimmerschiefer werden wie Flözkalk und Sandstein, wie Trachyt und Mandelstein erschüttert. Es ist nicht die chemische Natur der Bestandtheile, sondern die mechanische Structur der Gebirgsarten, welche die Fortpflanzung der Bewegung (die Erschütterungs-Welle) modificirt. Wo letztere längs einer Küste oder an dem Fuß und in der Richtung einer Gebirgskette regelmäßig fortläuft, bemerkt man bisweilen, und dies seit Jahrhunderten, eine Unterbrechung an gewissen Punkten. Die Undulation schreitet in der Tiefe fort, wird aber an jenen Punkten an der Oberfläche nie gefühlt. Die Peruaner †) sagen von diesen unbewegten oberen Schichten, „daß sie eine Brücke bilden." Da die Gebirgsketten auf Spalten erhoben scheinen, so mögen die Wände dieser Höhlungen die Richtung der den Ketten parallelen Undulationen begünstigen; bisweilen durchschneiden aber auch die Erschütterungswellen mehrere Ketten fast senkrecht. So sehen wir sie in Südamerika die Küsten-Kette von Venezuela und die Sierra Parime gleichzeitig durchbrechen. In Asien haben sich die Erdstöße von Lahore und vom Fuß des Himalaya (22. Jan. 1832), quer

*) Drake, Nat. and statist. View of Cincinnati p. 232—238; Mitchell in den Transactions of the Litt. and Philos. Soc. of New-York Vol. I. p. 281—308. In der piemontesischen Grafschaft Pignerol blieben Wassergläser, die man bis zum Ueberlaufen angefüllt hatte, stundenlang in ununterbrochener Bewegung.

†) Im Spanischen sagt man: rocas que hacen puente. Mit diesem Phänomen der Nichtfortpflanzung durch obere Schichten hängt die merkwürdige Erfahrung zusammen, daß im Anfang dieses Jahrhunderts in den tiefen Silberbergwerken zu Marienberg im sächsischen Erzgebirge Erdstöße gefühlt wurden, die man auf der Oberfläche schlechterdings nicht spürte. Die Bergleute fuhren erschrocken aus. Umgekehrt bemerkten (Nov. 1823) die in den Gruben von Falun und Persberg arbeitenden Bergleute nichts von den heftigen Erschütterungen, welche über Tage alle Einwohner in Schrecken setzten.

durch die Kette des Hindou-Kho, bis Badakschan, bis zum Oberen Oxus, ja bis Bockhara fortgepflanzt*). Leider erweitern sich auch die Erschütterungskreise in Folge eines einzigen sehr heftigen Erdbebens. Erst seit der Zerstörung von Cumana (14. Dec. 1797) empfindet die, den Kalkhügeln der Festung gegenüberliegende Halbinsel Maniquarez in ihren Glimmerschieferfelsen jeden Erdstoß der südlichen Küste. Bei den fast ununterbrochenen Undulationen des Bodens in den Flußthälern des Mississippi, des Arkansaw und des Ohio von 1811 bis 1813 war das Fortschreiten von Süden nach Norden sehr auffallend. Es ist als würden unterirdische Hindernisse allmälig überwunden; und auf dem einmal geöffneten Wege pflanzt sich dann die Wellenbewegung jedesmal fort.

Wenn das Erdbeben dem ersten Anscheine nach ein bloßes dynamisches räumliches Phänomen der Bewegung zu sein scheint, so erkennt man doch nach sehr wahrhaft bezeugten Erfahrungen, daß es nicht bloß ganze Landstrecken über ihr altes Niveau zu erheben vermag (z. B. Ulla-Bund nach dem Erdbeben von Cutsch im Juni 1819, östlich von dem Delta des Indus, oder längs der Küste von Chili im Nov. 1822); sondern daß auch während der Erdstöße heißes Wasser (bei Catania 1818), heiße Dämpfe (im Mississippi-Thale bei Neu-Madrid 1812), Mofetten (irrespirable Gasarten), den weidenden Heerden in der Andeskette schädlich, Schlamm, schwarzer Rauch, und selbst Flammen (bei Messina 1783, bei Cumana 14. Nov. 1797) ausgestoßen wurden. Während des großen Erdbebens von Lissabon am 1. Nov. 1755 sah man nahe bei der Hauptstadt Flammen und eine Rauchsäule aus einer neugebildeten Spalte des Felsen von Alvidras aufsteigen. Der Rauch war jedesmal um so dicker, als das unterirdische Getöse an Stärke zunahm†). Bei der Zerstörung von Riobamba im Jahr 1797, wo die Erdstöße von keinem Ausbruch der sehr nahen Vulkane begleitet waren, wurde die Moya, eine sonderbare, mit Kohle, Augit-Krystallen und Kieselpanzern der Infusionsthiere gemengte Masse, in zahlreichen kleinen fortschreitenden Kegeln aus der Erde hervorgehoben. Der Ausbruch des kohlensauren Gases auf Spalten während des Erdbebens von Neu-Granada (16. November 1827) im Magdalena-Thale verursachte das Ersticken vieler Schlangen, Ratten und anderer in Höhlen lebenden Thiere. Auch plötzliche Veränderungen der Witterung, plötzliches Eintreten der Regenzeit zu einer unter den Tropen ungewöhnlichen Epoche sind bisweilen in Quito und Peru auf große Erdbeben gefolgt. Werden gasförmige, aus dem Innern der Erde aufsteigende Flüssigkeiten der Atmosphäre beigemischt? oder sind diese meteorologischen Processe die Wirkung einer durch das Erdbeben gestörten Luftelectricität? In den Gegenden des tropischen Amerika, wo bisweilen in zehn Monaten kein Tropfen Regen fällt, halten die Eingebornen sich oft wiederholende Erdstöße, die den niedrigen Rohrhütten keine Gefahr bringen, für glückliche Vorboten der Fruchtbarkeit und der Regenmenge.

Der innere Zusammenhang aller hier geschilderten Erscheinungen ist noch in Dunkel gehüllt. Elastische Flüssigkeiten sind es gewiß, die sowohl das leise, ganz unschädliche, mehrere Tage dauernde Zittern der Erdrinde (wie 1816 zu Scaccia in Sicilien von der vulkanischen Erhebung der neuen Insel Julia) als die, sich durch Getöse verkündigenden, furchtbareren Explosionen verursachen. Der Heerd des Uebels, der Sitz der bewegenden Kraft liegt tief unter der Erdrinde; wie tief, wissen wir eben so wenig, als welches die chemische Natur so hochgespannter Dämpfe sei. An zwei Kraterrändern gelagert, am Vesuv und auf dem thurmartigen Fels, welcher den ungeheuren Schlund des Pichincha bei Quito überragt, habe ich periodisch und sehr regelmäßig Erdstöße empfunden, jedesmal 20—30 Secunden früher als brennende Schlacken oder Dämpfe ausgestoßen wurden. Die Erschütterung war um so stärker, als die Explosionen später eintraten und also die Dämpfe länger angehäuft blieben. In dieser einfachen, von so vielen Reisenden bestätigten Erfah-

*) Sir Alex. Burnes, Travels into Bokhara Vol. I. p. 18; und Wathen, Mem. on the Usbek State im Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. III. p. 337.

†) Philos. Transact. Vol. XLIX. p. 414.

rung liegt die allgemeine Lösung des Phänomens. Die thätigen Vulkane sind als Schutz- und Sicherheits-Ventile für die nächste Umgegend zu betrachten. Die Gefahr des Erdbebens wächst, wenn die Oeffnungen der Vulkane verstopft, ohne freien Verkehr mit der Atmosphäre sind; doch lehrt der Umsturz von Lissabon, Caracas, Lima, Cas-hmir (1554) *), und so vieler Städte von Calabrien, Syrien und Kleinasien, daß im Ganzen doch nicht in der Nähe noch brennender Vulkane die Kraft der Erdstöße am größten ist.

Wie die gehemmte Thätigkeit der Vulkane auf die Erschütterung des Bodens wirkt, so reagirt diese wiederum auf die vulkanischen Erscheinungen selbst. Eröffnung von Spalten begünstigt das Aufsteigen der Eruptions-Kegel und die Processe, welche in diesen Kegeln in freiem Contact mit dem Luftkreise vorgehen. Eine Rauchsäule, die man Monate lang in Südamerika aus dem Vulkan von Pasto aufsteigen sah, verschwand plötzlich, als 48 Meilen weit in Süden (am 4. Februar 1797) die Provinz Quito das große Erdbeben von Riobamba erlitt. Nachdem lange in ganz Syrien, in den Cykladen und in Euböa der Boden erbebt hatte, hörten die Erschütterungen plötzlich auf, als sich in der lelantischen Ebene bei Chalcis ein Strom „glühenden Schlammes" (Lava aus einer Spalte) ergoß †). Der geistreiche Geograph von Amasea, der uns diese Nachricht aufbewahrt, setzt hinzu: „seitdem die Mündungen des Aetna geöffnet sind, durch welche das Feuer emporbläst, und seitdem Glühmassen und Wasser hervorstürzen können, wird das Land am Meeresstrande nicht mehr so oft erschüttert, als zu der Zeit, wo, vor der Trennung Siciliens von Unteritalien, alle Ausgänge in der Oberfläche verstopft waren."

In dem Erdbeben offenbart sich demnach eine vulkanisch-vermittelnde Macht; aber eine solche Macht, allverbreitet wie die innere Wärme des Planeten, und überall sich selbst verkündend, wird selten und dann nur an einzelnen Punkten bis zu wirklichen Ausbruchs-Phänomenen gesteigert. Die Gangbildung, d. h. die Ausfüllung der Spalten mit kristallinischen aus dem Inneren hervorquellenden Massen (Basalt, Melaphyr und Grünstein), stört allmälig die freie Communication der Dämpfe. Durch Spannung wirken diese dann auf dreierlei Weise: erschütternd; oder plötzlich, d. i. ruckweise, hebend; oder, wie zuerst in einem großen Theil von Schweden beobachtet worden ist, ununterbrochen, und nur in langen Perioden bemerkbar, das Niveau-Verhältniß von Meer und Land umändernd.

Ehe wir diese große Erscheinung verlassen, die hier nicht sowohl in ihren Einzelheiten, als in ihren allgemeinen physikalischen und geognostischen Verhältnissen betrachtet worden ist, müssen wir noch die Ursach des unaussprechlich tiefen und ganz eigenthümlichen Eindrucks berühren, welchen das erste Erdbeben, das wir empfinden, sei es auch von keinem unterirdischen Getöse begleitet, in uns zurückläßt. Ein solcher Eindruck, glaube ich, ist nicht Folge der Erinnerung an die Schreckensbilder der Zerstörung, welche unsrer Einbildungskraft aus Erzählungen historischer Vergangenheit vorschweben. Was uns so wundersam ergreift, ist die Enttäuschung von dem angeborenen Glauben an die Ruhe und Unbeweglichkeit des Starren, der festen Erdschichten. Von früher Kindheit sind wir an den Contrast zwischen dem beweglichen Element des Wassers und der Unbeweglichkeit des Bodens gewöhnt, auf dem wir stehen. Alle Zeugnisse unsrer Sinne haben diesen Glauben befestigt. Wenn nun urplötzlich der Boden erbebt, so tritt geheimnißvoll eine unbekannte Naturmacht als das Starre bewegend, als etwas Handelndes auf. Ein Augenblick vernichtet die Illusion des ganzen früheren Lebens. Enttäuscht sind wir über die Ruhe der Natur; wir fühlen uns in den Bereich zerstörender, unbekannter Kräfte versetzt. Jeder Schall, die leiseste Regung der Lüfte spannt unsre Aufmerksamkeit. Man traut gleichsam dem Boden nicht mehr, auf den man tritt. Das Ungewöhnliche der Erscheinung bringt dieselbe ängst-

*) Ueber die Frequenz der Erdstöße in Caschmir s. Trover's Uebersetzung des alten Radjatarangini Vol. II. p. 297 und Reisen von Carl v. Hügel Bd. II. S. 184.

†) Strabo lib. I. p. 100, Casaub. Daß der Ausdruck πηλοῦ διαπύρου ποταμόν nicht Koth (Schlamm-auswurf), sondern Lava andeutet, erhellt deutlich aus Strabo lib. VI. p. 412. Vergl. Walter über Abnahme der vulkanischen Thätigkeit in historischen Zeiten 1844 S. 25.

liche Unruhe bei Thieren hervor. Schweine und Hunde sind besonders davon ergriffen. Die Crocodile im Orinoco, sonst so stumm als unsere kleinen Eidechsen, verlassen den erschütterten Boden des Flusses und laufen brüllend dem Walde zu.

Dem Menschen stellt sich das Erdbeben als etwas allgegenwärtiges, unbegrenztes dar. Von einem thätigen Ausbruch-Krater, von einem auf unsere Wohnung gerichteten Lavastrom kann man sich entfernen; bei dem Erdbeben glaubt man sich überall, wohin auch die Flucht gerichtet sei, über dem Heerd des Verderbens. Ein solcher Zustand des Gemüths, aus unserer innersten Natur hervorgerufen, ist aber nicht von langer Dauer. Folgt in einem Lande eine Reihe von schwachen Erdstößen auf einander, so verschwindet bei den Bewohnern fast jegliche Spur der Furcht. An den regenlosen Küsten von Peru kennt man weder Hagel, noch den rollenden Donner und die leuchtenden Explosionen im Luftkreise. Den Wolken-Donner ersetzt dort das unterirdische Getöse, welches die Erdstöße begleitet. Vieljährige Gewohnheit und die sehr verbreitete Meinung, als seien gefahrbringende Erschütterungen nur zwei- oder dreimal in einem Jahrhundert zu befürchten, machen, daß in Lima schwache Oscillationen des Bodens kaum mehr Aufmerksamkeit erregen, als ein Hagelwetter in der gemäßigten Zone.

Nachdem wir so die Thätigkeit, gleichsam das innere Leben der Erde in ihrem Wärmegehalt, in ihrer electromagnetischen Spannung, in ihrer Lichtausströmung an den Polen, in ihren unregelmäßig wiederkehrenden Erscheinungen der Bewegung übersichtlich betrachtet haben; gelangen wir zu den stoffartigen Productionen (chemischen Veränderungen in der Erdrinde und in der Zusammensetzung des Dunstkreises), welche ebenfalls die Folge planetarischer Lebensthätigkeit sind. Wir sehen aus dem Boden ausströmen: Wasserdämpfe und gasförmige Kohlensäure, meist frei *) von aller Beimengung von Stickstoff; gekohltes Wasserstoffgas (in der chinesischen Provinz Sse-tschuan †) seit Jahrtausenden, in dem nordamerikanischen Staate von Neu-York im Dorfe Fredonia ganz neuerdings zum Kochen und zur Beleuchtung benutzt); Schwefelwasserstoffgas und Schwefeldampf, seltener ‡) schweflige und Hydrochlor-Säure. Solche Ausströmungen aus Erdspalten bezeichnen nicht bloß die Gebiete noch brennender oder längst erloschener Vulkane, man beobachtet sie auch ausnahmsweise in Gegenden, in denen nicht Trachyt und andere vulkanische Gesteine unbedeckt zu Tage ausstehen. In der Andeskette von Quindiu habe ich Schwefel in einer Höhe von 6410 Fuß über dem Meere sich im Glimmerschiefer aus warmen Schwefeldämpfen niedergeschlagen gesehen ||), während daß dieselbe, einst für uranfänglich gehaltene Gebirgsart in dem Cerro Cuello bei Ticsan (südlich von Quito) ein ungeheures Schwefellager in reinem Quarze zeigt.

Unter allen Luftquellen sind die Erhalationen der Kohlensäure (sogenannte Mofetten) noch heute, der Zahl und Quantität der Production nach, die wichtigsten. Unser deutsches Vaterland lehrt uns, wie in den tief eingeschnittenen Thälern der Eifel, in der Umgebung des Lacher Sees, im Kesselthal von Wehr und in dem westlichen Böhmen, gleichsam in den Brandstätten der Vorwelt, oder in ihrer Nähe, sich die Ausströmungen der Kohlensäure, als letzte Regungen der vulkanischen Thätigkeit, offenbaren. In den früheren Perioden, wo, bei erhöhter Erdwärme und bei der Häufigkeit noch unausgefüllter Erdspalten, die Processe, welche wir hier beschreiben, mächtiger wirkten, wo Kohlensäure und heiße Wasserdämpfe in größeren Massen sich der Atmosphäre beimischten; muß, wie Adolph Brongniart ¶) scharfsinnig entwickelt hat, die junge Pflanzenwelt, fast überall und unab-

*) Bischof's gehaltvolle Schrift: Wärmelehre des inneren Erdkörpers.

†) Ueber die artesischen Feuerbrunnen (Ho-tsing) in China und den alten Gebrauch von tragbarem Gas (in Bambusröhren) bei der Stadt Khiung-tscheu s. Klaproth in meiner Asie centrale T. II. p. 519—530.

‡) Boussingault (Annales de Chimie T. LII. p. 181) bemerkte in den Vulkanen von Neu-Granada gar keine Ausströmung von Hydrochlorsäure, während daß Monticelli in der Eruption von 1813 am Vesuv sie in ungeheurer Menge fand.

||) Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques T. I. p. 311 (Nivellement barométrique de la Cordillère des Andes No. 206).

¶) Adolph Brongniart in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 225.

hängig von der geographischen Ortsbreite, zu der üppigsten Fülle und Entwickelung ihrer Organe gelangt sein. In den immer warmen, immer feuchten, mit Kohlensäure überschwängerten Luftschichten müssen die Gewächse in solchem Grade Lebenserregungen und Ueberfluß an Nahrungsstoff gefunden haben, daß sie das Material zu den Steinkohlen- und Ligniten-Schichten hergeben konnten, welche in schwer zu erschöpfenden Massen die physischen Kräfte und den Wohlstand der Völker begründen. Solche Massen sind vorzugsweise, und wie in Becken vertheilt, gewissen Punkten Europa's eigen. Sie sind angehäuft in den britischen Inseln, in Belgien, in Frankreich, am Niederrhein und in Oberschlesien. In derselben Urzeit allverbreiteter vulkanischer Thätigkeit ist auch dem Schooße der Erde entquollen die ungeheure Menge Kohlenstoffes, welchen die Kalkgebirge in ihrer Zusammensetzung enthalten und welcher, vom Sauerstoff getrennt und in fester Substanz ausgeschieden, ungefähr den achten Theil der räumlichen Mächtigkeit jener Gebirge ausmachen würde *). Was unaufgenommen von den alkalischen Erden dem Luftkreis an Kohlensäure noch beigemengt war, wurde allmälig durch die Vegetation der Vorwelt aufgezehrt: so daß davon der Atmosphäre, wenn sie der Proceß des Pflanzenlebens gereinigt, nur der so überaus geringe Gehalt übrig blieb, welcher der jetzigen Organisation der Thiere unschädlich ist. Auch häufiger ausbrechende schwefelsaure Dämpfe haben in den vielbelebten Binnenwassern der Urwelt den Untergang von Mollusken- und Fischgattungen, wie die Bildung der vielgekrümmten, wahrscheinlich oft durch Erdbeben erschütterten Gypsflöze bewirkt.

Unter ganz ähnlichen physischen Verhältnissen steigen aus dem Schooße der Erde hervor: Luftarten, tropfbare Flüssigkeiten, Schlamm, und durch den Ausbruchkegel der Vulkane, welche selbst nur eine Art intermittirender Quellen sind †), geschmolzene Erden. Alle diese Stoffe verdanken ihre Temperatur und ihre chemische Naturbeschaffenheit dem Ort ihres Ursprungs. Die mittlere Wärme der Wasserquellen ist geringer als die des Luftkreises an dem Punkte, wo sie ausbrechen, wenn die Wasser von den Höhen herabkommen; ihre Wärme nimmt mit der Tiefe der Erdschichten zu, welche sie bei ihrem Ursprunge berühren. Das numerische Gesetz dieser Zunahme haben wir bereits oben angegeben. Das Gemisch der Wasser, welche aus der Höhe der Berge oder aus der Tiefe der Erde kommen, macht die Lage der Isogeothermen ‡) (Linien gleicher innerer Erdwärme) schwierig zu bestimmen, wenn nämlich diese Bestimmung aus der Temperatur der ausbrechenden Wasserquellen geschlossen werden soll. So haben es eigene Beobachtungen mich und meine Gefährten in dem nördlichen Asien gelehrt. Die Temperatur der Quellen, welche seit einem halben Jahrhundert ein so viel bearbeiteter Gegenstand der physikalischen Untersuchungen geworden ist, hängt, wie die Höhe des ewigen Schnees, von vielen, sehr verwickelten Ursachen gleichzeitig ab. Sie ist Function der Temperatur der Erdschicht, in der sie entspringen, der Wärme-Capacität des Bodens, der Menge und Temperatur der Meteorwasser ||), welche letztere selbst wiederum nach der Art ihrer Entstehung von der Luft-Temperatur der unteren Atmosphäre verschieden ¶) ist.

---

*) Bischof a. a. O. S. 324 Anm. 2.

†) Humboldt, Asie centr. T. I. p. 43.

‡) Ueber die Theorie der Isogeothermen (Chthonisothermen) s. die scharfsinnigen Arbeiten von Kupffer in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 184 und Bd. XXXII. S. 270, im Voyage dans l'Oural p. 382—398 und im Edinb. Journal of Science, new Series Vol. IV. p. 355. Vergl. Kämtz, Lehrb. der Meteor. Bd. II. S. 217, und über das Aufsteigen der Chthonisothermen in Gebirgsgegenden Bischof S. 174—198.

||) Leop. v. Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 405.

¶) Ueber die Temperatur der Regentropfen in Cumana, welche bis 22°, 3 herabsinkt, wenn die Luft-Temperatur kurz vorher 30°—31° gewesen war, und während des Regens 23°, 4 zeigte, s. meine Rel. hist. T. II. p. 22. Die Regentropfen verändern, indem sie herab fallen, die Normal-Temperatur ihrer Entstehung, welche von der Höhe der Wolkenschichten und deren Erwärmung an der oberen Fläche durch die Sonnenstrahlen abhängt. Nachdem nämlich die Regentropfen bei ihrer ersten Bildung, wegen der frei werdenden latenten Wärme, eine höhere Temperatur als das umgebende Medium in der obern Atmosphäre angenommen haben, erwärmen sie sich allerdings etwas mehr, indem sich im Fallen und beim Durchgange durch niedere, wärmere Luftschichten Wasserdampf auf sie niederschlägt und sie sich so vergrößern (Bischof, Wärmelehre des inneren Erdkörpers S. 73); aber diese Erwärmung wird durch Verdampfung compensirt. Erkältung der Atmosphäre durch Regen wird (das abgerechnet, was wahrscheinlich dem electrischen Proceß bei Gewitterregen angehört, durch die Tropfen erregt, die, selbst von niedriger Temperatur wegen des Orts ihrer Entstehung, einen Theil der kalten höheren Luftschichten herabdrängen

Die sogenannten **kalten Quellen** können die mittlere Luft-Temperatur nur dann anzeigen, wenn sie, ungemischt mit den aus großer Tiefe aufsteigenden oder von beträchtlichen Berghöhen herabkommenden Wassern, einen sehr langen Weg (in unsern Breiten zwischen vierzig und sechzig Fuß, in der Aequinoctial-Zone nach Boussingault einen Fuß *)) unter der Oberfläche der Erde zurückgelegt haben. Die hier bezeichneten Tiefen sind nämlich die der **Erdschicht**, in welcher, in der gemäßigten und in der heißen Zone, die Unveränderlichkeit der Temperatur **beginnt**, in der die stündlichen, täglichen oder monatlichen Wärmeveränderungen der Luft nicht mehr gespürt werden.

Heiße Quellen brechen aus den allerverschiedenartigsten Gebirgsarten hervor; ja die heißesten unter den permanenten, die man bisher beobachtet und die ich selbst aufgefunden, zeigen sich **fern von allen Vulkanen**. Ich führe hier aus meinem Reiseberichte die Aguas calientes de las Trincheras in Südamerika, zwischen Porto Cabello und Nueva Valencia, und die Aguas de Comangillas im mexicanischen Gebiete bei Guanaxuato an: die ersten, aus Granit ausbrechend, hatten 90°,3; die zweiten, aus Basalt ausbrechend, 96°,4. Die Tiefe des Heerdes, aus welchem Wasser von dieser Temperatur aufsteigen, ist nach dem, was wir von dem Gesetz der Wärmezunahme im Innern der Erde wissen, wahrscheinlich an 6700 Fuß (über 1/2 einer geographischen Meile). Wenn die Ursach der Thermalquellen wie der thätigen Vulkane die allverbreitete Erdwärme ist, so wirken die Gebirgsarten nur durch ihre Wärme-Capacität und ihre wärmeleitende Kraft. Die heißesten aller permanenten Quellen (zwischen 95° und 97°) sind merkwürdigerweise die reinsten, die, welche am wenigsten Mineralstoffe aufgelöst enthalten. Ihre Temperatur scheint im Ganzen auch minder beständig, als die der Quellen zwischen 50° und 74°, deren **Unveränderlichkeit in Wärme und Mineralgehalt**, in Europa wenigstens, seit den funfzig bis sechzig Jahren, in denen man genaue Thermometer und genaue chemische Analysen angewandt, sich so wunderbar bewährt hat. Boussingault hat gefunden, daß die Therme von Las Trincheras seit meiner Reise in 23 Jahren (zwischen 1800 und 1823) von 90°,3 auf 97° gestiegen ist †). Diese überaus ruhig fließende Quelle ist also jetzt fast 7° heißer als die intermittirenden Springbrunnen des Geyser und des Strokr, deren Temperatur Krüg von Nidda neuerlichst sorgfältiger bestimmt hat. Einen der auffallendsten Beweise von der Entstehung heißer Quellen durch das Herabsinken kalter Meteorwasser in das Innere der Erde und durch Berührung mit einem vulkanischen Heerde hat erst im vorigen Jahrhundert ein vor meiner amerikanischen Reise unbekannter Vulkan, der von Jorullo in Meriko, dargeboten. Als sich derselbe im September 1759 plötzlich als ein Berg von 1580 Fuß über die umliegende Ebene erhob, verschwanden die zwei kleinen Flüsse, Rios de Cuitimba

---

und, den Boden benetzend, Verdampfung hervorbringen. Dies sind die gewöhnlichen Verhältnisse der Erscheinung. — Wenn, in seltenen Fällen, die Regentropfen wärmer (**Humboldt**, Rel. hist. T. III. p. 513) als die untere sie umgebende Luft sind, so kann vielleicht die Ursach in oberen warmen Strömungen oder in größerer Erwärmung langgedehnter, wenig dicker Wolken durch **Insolation** gesucht werden. Wie übrigens das Phänomen der **Supplementar-Regenbogen**, welche durch Interferenz des Lichtes erklärt werden, mit der Größe der fallenden Regentropfen und ihrer Zunahme zusammenhange; ja wie ein optisches Phänomen, wenn man es genau zu beobachten weiß, uns über einen meteorologischen Proceß nach Verschiedenheit der Zonen belehren kann: hat **Arago** mit vielem Scharfsinn entwickelt im Annuaire pour 1836 p. 300.

*) Nach **Boussingault's** gründlichen Untersuchungen scheint mir kein Zweifel darüber obzuwalten, daß unter den Tropen in sehr geringen Tiefen die Boden-Temperatur im Ganzen der mittleren Lufttemperatur gleich ist. Ich begnüge mich, folgende Beispiele hier anzuführen:

Stationen in der Tropenzone.	1 Fuß unter der Oberfläche der Erde.	Mittlere Temperatur der Luft.	Höhe über d. Meeresfläche in Par. Fuß.
Guayaquil . .	26°,0	25°,6	0
Anserma nuevo	23°,7	23°,8	3231
Zupia . . .	21°,5	21°,5	3770
Popayan . .	18°,2	18°,7	5564
Quito . . .	15°,5	15°,5	8969

Die Zweifel über die Erdwärme zwischen den Wendekreisen, zu denen ich selbst vielleicht durch meine Beobachtungen in der Höhle von Caripe (Cueva del Guacharo) Anlaß gegeben habe (Rel. hist. T. III. p. 191—196), werden durch die Betrachtung gelöst, daß ich die vermuthete mittlere Luft-Temperatur des Klosters Caripe (18°5) nicht mit der **Luft-Temperatur** in der Höhle (18°7), sondern mit der **Temperatur des unterirdischen Baches** (16°,8) verglichen hatte; ob ich gleich selbst schon ausgesprochen (Rel. hist. T. III. p. 146 und 194), daß zu den Wassern der Höhle sich wohl höhere Bergwasser könnten gemischt haben.

†) **Boussingault** in den Ann. de Chimie T.

y de San Pedro, und erschienen einige Zeit nachher unter furchtbaren Erdstößen als heiße Quellen. Ich fand im Jahr 1803 ihre Temperatur zu 65°,8.

Die Quellen in Griechenland fließen erweislich noch an denselben Orten wie in dem hellenischen Alterthume. Der Erasinos-Quelle, zwei Stunden Weges südlich von Argos am Abhange des Chaon, erwähnt schon Herodot. Bei Delphi sieht man noch die Kassotis (jetzt Brunnen des heil. Nikolaos), südlich von der Lesche entspringend und unter dem Apollotempel durchfließend; auch die Kastalia am Fuß der Phädriaden und die Pirene bei Akrokorinth, wie die heißen Bäder von Aedepsos auf Euböa, in denen Sulla während des Mithridatischen Krieges badete*). Ich führe gern diese Einzelheiten an, weil sie lebhaft daran erinnern, wie in einem so häufigen und heftigen Erschütterungen ausgesetzten Lande doch das Innere unsres Planeten in kleinen Verzweigungen offener und Wasser führender Spalten, wenigstens 2000 Jahre lang, seine alte Gestaltung hat bewahren können. Auch die Fontaine jaillissante von Lillers im Departement des Pas de Calais ist bereits im Jahr 1126 erbohrt worden, und seitdem ununterbrochen zu derselben Höhe mit derselben Wassermenge gestiegen; ja der vortreffliche Geograph der caramanischen Küste, Capitän Beaufort, hat dieselbe Flamme, genährt von ausströmendem brennbarem Gas, im Gebiet des Phaselis leuchten sehen, welche Plinius†) als die Flamme der Chimära in Lycien beschreibt.

Die von Arago 1821 gemachte Beobachtung‡), daß die tieferen artesischen Brunnen die wärmeren sind, hat zuerst ein großes Licht auf den Ursprung der Thermalquellen und auf die Auffindung des Gesetzes der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme verbreitet. Auffallend ist es und erst in sehr neuer Zeit beachtet, daß schon der heilige Patricius||), wahrscheinlich Bischof von Pertusa, durch die bei Carthago ausbrechenden heißen Quellen am Ende des dritten Jahrhunderts auf eine sehr richtige Ansicht der Erscheinungen geleitet wurde. Als man ihn nach der Ursach der siedenden, dem Erdschooß entquellenden Wasser befragte, antwortete er: „Feuer wird in den Wolken genährt und im Innern der Erde, wie der Aetna sammt einem anderen Berge in der Nähe von Neapel euch lehren. Die unterirdischen Wasser steigen wie durch Heber empor. Die Ursach der heißen Quellen ist diese: die Wasser, welche vom unterirdischen Feuer entfernter sind, zeigen sich kälter; die, welche dem Feuer näher entquellen, bringen, durch dasselbe erwärmt, eine unerträgliche Hitze an die Oberfläche, die wir bewohnen."

So wie die Erschütterungen oft von Wasser- und Dampfausbrüchen begleitet sind, so erkennt man in den Salsen oder kleinen Schlammvulkanen einen Uebergang von den wechselnden Erscheinungen, welche die Dampfausbrüche und Thermalquellen darbieten, zu der mächtigen und grausenvollen Thätigkeit Lava speiender Berge. Wenn diese als Quellen geschmolzener Erden vulkanische Gebirgsarten hervorbringen; so erzeugen heiße, mit Kohlensäure und Schwefelgas geschwängerte Quellwasser ununterbrochen durch Niederschlag, horizontal auf einander gelagerte Schichten von Kalkstein (Tra-

---

LII. p. 181. Die Quelle von Chaudes Aigues in der Auvergne hat nur 80°. Auch ist zu bemerken, daß, während die Aguas calientos de las Trincheras südlich von Portocabello (Venezuela), aus einem in regelmäßige Bänke gespaltenen Granit ausbrechend, fern von allen Vulkanen volle 97° Wärme zeigen, alle Quellen am Abhange der noch thätigen Vulkane (Pasto, Cotopaxi und Tunguragua) nur eine Temperatur von 36°—54° haben.

*) Die Kassotis (Brunnen des heil. Nikolaus) und Kastalia-Quellen (Fuß der Phädriaden) in Pausanias X. 24, 5 und X. 8, 9; die Pirene (Akrokorinth) in Strabo p. 379; die Erasinos-Quelle (Berg Chaon südlich von Argos) in Herod. VI. 67 und Pausan. II. 24, 7; die Quellen von Aedepsos (Euböa), von denen einige 31°, andere 62° bis 75° Wärme haben, in Strabo p. 60 und 447, Athenäus II. 3,73; die warmen Quellen von Thermopylä am Fuße des Oeta zu 65°, in Pausan. X. 21, 2. (Alles aus handschriftlichen Nachrichten von dem gelehrten Begleiter Otfried Müllers, Herrn Professor Curtius.)

†) Plin. II, 106; Seneca, Epist. 79 § 3 ed. Ruhkopf. (Beaufort, Survey of the Coast of Karamania 1820 Art. Yanar, bei Deliktasch, dem alten Phaselis, p. 24.) Vergl. auch Ctesias Fragm. cap. 10 p. 250 ed. Bähr; Strabo lib. XIV p. 665 Casaub.

‡) Arago im Annuaire pour 1835 p. 234.

||) Acta S. Patricii p. 555 ed. Ruinart, T. II. p. 385 Mazochi. Dureau de la Malle hat zuerst auf diese merkwürdige Stelle aufmerksam gemacht in den Recherches sur la Topographie de Carthage 1835 p. 276. (Vergl. Seneca, Nat. Quaest. III, 24.)

vertino), oder bauen conische Hügel auf, wie im nördlichen Afrika (Algerien) und in d
Baños von Caxamarca, an dem westlichen Abhange der peruanischen Andeskette. In de
Travertino von Van Diemens Land (unweit Hobart Town) sind nach Charles Darw
Reste einer untergegangenen Vegetation enthalten. Wir deuten hier durch Lava und Tr
vertino (zwei Gebirgsarten, die fortfahren sich unter unseren Augen zu bilden) auf d
Haupt-Gegensätze geognostischer Verhältnisse.

Die *Salsen* oder Schlammvulkane verdienen mehr Aufmerksamkeit, als die Geogn
sten ihnen bisher geschenkt haben. Man hat die Größe des Phänomens verkannt, weil v
den zwei Zuständen, die es durchläuft, in den Beschreibungen gewöhnlich nur bei dem le
teren, dem friedlicheren Zustande, in dem sie Jahrhunderte lang beharren, verweilt wir
Die Entstehung der Salsen ist durch Erdbeben, unterirdischen Donner, Hebung einer ga
zen Länderstrecke und einen hohen, aber auf eine kurze Dauer beschränkten Flammenau
bruch bezeichnet. Als auf der Halbinsel Abscheron, am caspischen Meere, östlich von Ba
die Salse von Jokmali sich zu bilden anfing (27. Nov. 1827), loderten die Flammen d
Stunden lang zu einer außerordentlichen Höhe empor; die nachfolgenden 20 Stund
erhoben sie sich kaum 3 Fuß über den schlammauswerfenden Krater. Bei dem Dorfe Ba
lichli, westlich von Baku, stieg die Feuersäule so hoch, daß man sie in sechs Meilen Entfe
nung sehen konnte. Große Felsblöcke, der Tiefe entrissen, wurden weit umhergeschleude
Diese findet man auch um die gegenwärtig so friedlichen Schlammvulkane von Monte-Z
bio, nahe bei Sassuolo im nördlichen Italien. Der Zustand des zweiten Stadiums h
sich über 1½ Jahrtausende in den von den Alten beschriebenen Salsen von Girgenti (d
Macalubi) in Sicilien erhalten. Dort stehen, nahe an einander gereihet, viele kegelfö
mige Hügel von 8, 10, ja 30 Fuß Höhe, die veränderlich ist, wie ihre Gestaltung. Aus d
oberen sehr kleinen und mit Wasser gefüllten Becken fließt, unter periodischer Entwickelu
von Gas, lettiger Schlamm in Strömen herab. Dieser Schlamm ist gewöhnlich kalt, bi
weilen (auf der Insel Java bei Damak in der Provinz Samarang) von hoher Tempera
tur. Auch die mit Geräusch ausströmenden Gasarten sind verschiedenartig: Wasserstoffg
mit Naphtha gemengt, Kohlensäure und, wie Parrot und ich erwiesen haben (auf d
Halbinsel Taman und in den südamerikanischen Volcancitos de Turbaco), fast rein
Stickgas*).

Die *Schlammvulkane* bieten dem Beobachter, nach dem ersten gewaltsamen Fe
erausbruch, der vielleicht in gleichem Maaße nicht einmal allen gemein ist, das Bild ein
meist ununterbrochen fortwirkenden, aber schwachen Thätigkeit des inneren Erdkörpers da
Die Communication mit den tiefen Schichten, in denen eine hohe Temperatur herrsc
wird bald wieder in ihnen verstopft; und die kalten Ausströmungen der Salsen schein
zu lehren, daß der Sitz des Phänomens im Beharrungszustande nicht sehr weit von d
Oberfläche entfernt sein könne. Von ganz anderer Mächtigkeit zeigt sich die Reaction d
inneren Erdkörpers auf die äußere Rinde in den *eigentlichen Vulkanen* od
feuerspeienden Bergen, d. i. in solchen Punkten der Erde, in welchen eine bl
bende oder wenigstens von Zeit zu Zeit erneuerte Verbindung mit einem tiefen Heerde s
offenbart. Man muß sorgfältig unterscheiden zwischen mehr oder minder gesteigerten vu
kanischen Erscheinungen, als da sind: *Erdbeben*, *heiße Wasser-* und *Damp*
quellen, *Schlammvulkane*, das Hervortreten von glocken- und domförmigen u
geöffneten *Trachytbergen*, die Oeffnung dieser Berge oder der emporgehobenen B
saltschichten als *Erhebungskrater*, endliches Aufsteigen eines permanenten *Vu*
kans in dem Erhebungskrater selbst oder zwischen den Trümmern seiner ehemalig

*) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 562—567; Asie centrale T. I. p. 43, T. II. p. 505—515; Vues des Cordillères Pl. XLI. Ueber die Macalubi (das arabische makhlub, umgestürzt, das Umgekehrte, von der Wurzel khalaba) und wie „die Erde flüssige Erde ausstößt," s. Solinus cap. 5: idem ager Agrige
tinus eructat limosas scaturigines, et ut venae fo
tium sufficiunt rivis subministrandis, ita in hac S
ciliae parto solo nunquam deficiente, aeterna reje
tatione terram terra evomit.

Bildung. Zu verschiedenen Zeiten, bei verschiedenen Graden der Thätigkeit und Kraft, stoßen die permanenten Vulkane Wasserdämpfe, Säuren, weitleuchtende Schlacken oder, wenn der Widerstand überwunden werden kann, bandförmig schmale Feuerströme geschmolzener Erden aus.

Als Folge einer großen, aber localen Kraftäußerung im Inneren unsres Planeten heben elastische Dämpfe entweder einzelne Theile der Erdrinde zu domförmigen, ungeöffneten Massen feldspathreichen Trachyts und Dolerits (Puy de Dôme und Chimborázo) empor; oder es werden die gehobenen Schichten durchbrochen, und dergestalt nach außen geneigt, daß auf der entgegengesetzten inneren Seite ein steiler Felsrand entsteht. Dieser Rand wird dann die Umgebung eines Erhebungskraters. Wenn derselbe, was keineswegs immer der Fall ist, von dem Meeresgrunde selbst aufgestiegen ist, so hat er die ganze physiognomische Gestaltung der gehobenen Insel bestimmt. Dies ist die Entstehung der zirkelrunden Form von Palma, die Leopold von Buch so genau und geistreich beschrieben, und von Nisyros*) im ägäischen Meere. Bisweilen ist die eine Hälfte des ringförmigen Randes zerstört, und in dem Busen, den das eingedrungene Meer gebildet, haben gesellige Corallenthiere ihre zelligen Wohnungen aufgebaut. Auch auf den Continenten sind die Erhebungskrater oft mit Wasser gefüllt und verschönern auf eine ganz eigenthümliche Weise den Charakter der Landschaft.

Ihre Entstehung ist nicht an eine bestimmte Gebirgsart gebunden; sie brechen aus in Basalt, Trachyt, Leucit-Porphyr (Somma), oder in doleritartigem Gemenge von Augit und Labrador. Daher die so verschiedene Natur und äußere Gestaltung dieser Art der Kraterränder. „Von solchen Umgebungen gehen keine Eruptions-Erscheinungen aus; es ist durch sie kein bleibender Verbindungscanal mit dem Inneren eröffnet, und nur selten findet man in der Nachbarschaft oder im Inneren eines solchen Kraters Spuren von noch wirkender vulkanischer Thätigkeit. Die Kraft, welche eine so bedeutende Wirkung hervorzubringen vermochte, muß sich lange im Inneren gesammelt und verstärkt haben, ehe sie den Widerstand der darauf drückenden Masse überwältigen konnte. Sie reißt bei Entstehung neuer Inseln körnige Gebirgsarten und Conglomerate (Tuffschichten voll Seepflanzen) über die Oberfläche des Meers empor. Durch den Erhebungskrater entweichen die gespannten Dämpfe; eine so große erhobene Masse fällt aber wieder zurück und verschließt sofort die nur für solche Kraftäußerung gebildete Oeffnuug. Es entsteht kein Vulkan †)."

Ein eigentlicher **Vulkan** entsteht nur da, wo eine bleibende Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreise errungen ist. In ihm ist die Reaction des Inneren gegen die Oberfläche in langen Epochen dauernd. Sie kann, wie einst beim Vesuv (Fisove ‡), Jahr-

*) S. die interessante kleine Carte der Insel Nisyros in **Roß**, Reisen auf den griechischen Inseln Bd. II. 1843 S. 69.

†) **Leopold von Buch**, Phys. Beschreibung der Canarischen Inseln S. 326; derselbe über **Erhebungscratere und Vulcane**, in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 169. Schon **Strabo** unterscheidet sehr schön da, wo er der Trennung Siciliens von Calabrien erwähnt, die zwiefache Bildung von Inseln. „Einige Inseln," sagt er (lib. VI. p. 258 ed. Casaub.), „sind Bruchstücke des festen Landes; andere sind aus dem Meere, wie noch jetzt sich zuträgt, hervorgegangen. Denn die Hochsee-Inseln (die weit hinaus im Meere liegenden) wurden wahrscheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden scheinen (vernunftgemäß) dem Festlande abgerissen."

‡) Ocre Fisove (Mons Vesuvius) in umbrischer Sprache (**Lassen**, Deutung der Eugubinischen Tafeln, im Rhein. Museum 1832 S. 387); das Wort ocre ist sehr wahrscheinlich ächt umbrisch und bedeutet, selbst nach Festus, **Berg**. Aetna würde, wenn nach **Voß** Αἴτνη ein hellenischer Laut ist und mit αἴθω und αἴθων zusammenhängt, ein **Brand-** und **Glanzberg** sein; aber der scharfsinnige Parthey bezweifelt diesen hellenischen Ursprung aus etymologischen Gründen: auch weil der Aetna keinesweges als ein leuchtendes Feuerzeichen für hellenische Schiffer und Wanderer dasteht, wie der rastlos arbeitende Stromboli (Strongyle), den Homer zu bezeichnen scheint (Odyss. XII, 68, 202 und 219), wenn auch die geographische Lage minder bestimmt angegeben ist. Ich vermuthe, daß der Name Aetna sich in der Sprache der Siculer finden würde, wenn man irgend erhebliche Reste derselben besäße. Nach **Diodor** (V, 6) wurden die Sicaner, d. i. die Eingebornen von Sicilien (Völker, die vor den Siculern die Insel bewohnten), durch Eruptionen des Aetna, welche mehrere Jahre dauerten, gezwungen, sich in den westlichen Theil des Landes zu flüchten. Die älteste beschriebene Eruption des Aetna ist die von Pindar und Aeschylus erwähnte unter Hieron Ol. 75, 2. Es ist wahrscheinlich, daß **Hesiodus** schon verheerende Wirkungen des Aetna vor den griechischen Niederlassungen gekannt habe; doch über den Namen Αἴτνη im Text des Hesiodus bleiben Zweifel, deren ich an einem anderen Orte umständlicher gedacht habe (**Humboldt**, Examen crit. de la Géogr. T. I. p. 168).

Spalten oder kleine rundliche Feuerschlünde, die mit geschmolzenen Massen gefüllt sind. Der Boden steigt und sinkt; in ihm entstehen Schlackenhügel und Auswurfskegel, die sich bisweilen hoch über die Ränder des Kraters erheben, den Vulkanen ganze Jahre lang eine eigenthümliche Physiognomie verleihen, aber urplötzlich während einer neuen Eruption zusammenstürzen und verschwinden. Die Oeffnungen dieser Auswurfskegel, die aus dem Kraterboden aufsteigen, dürfen nicht, wie nur zu oft geschieht, mit dem Krater selbst, der sie einschließt, verwechselt werden. Ist dieser unzugänglich durch ungeheure Tiefe und durch senkrechten Absturz der Ränder nach innen, wie auf dem Vulkan Rucu-Pichincha (14946 Fuß), so blickt man von jenen Rändern auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweise mit Schwefeldampf gefüllten Kesselthal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen. In der Zwischenzeit zweier Eruptionen bietet ein Krater entweder gar kein leuchtendes Phänomen, sondern bloß offene Spalten und aufsteigende Wasserdämpfe dar; oder man findet auf seinem kaum erhitzten Boden Schlackenhügel, denen man sich gefahrlos nähern kann. Sie ergötzen gefahrlos den wandernden Geognosten durch das Auswerfen feuriglühender Massen, die auf den Rand des Schlackenkegels herabfallen und deren Erscheinen kleine, ganz locale Erdstöße regelmäßig vorherverkündigen. Lava ergießt sich bisweilen aus offenen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater selbst, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und überzufließen. Geschieht aber ein solcher Durchbruch, so fließt die neueröffnete Erdquelle meist dergestalt ruhig und auf so bestimmten Wegen, daß das große Kesselthal, welches man Krater nennt, selbst in dieser Eruptions-Epoche besucht werden kann. Ohne eine genaue Darstellung von der Gestaltung, gleichsam dem Normalbau der feuerspeienden Berge können Erscheinungen nicht richtig aufgefaßt werden, die durch phantastische Beschreibungen und durch die Vieldeutigkeit oder vielmehr durch den so unbestimmten Sprachgebrauch der Wörter *Krater*, *Ausbruchkegel* und *Vulkan* lange verunstaltet worden sind. Die Ränder des Kraters zeigen sich theilweise weit weniger veränderlich, als man es vermuthen sollte. Saussure's Messungen, mit den meinigen verglichen, haben z. B. am Vesuv das merkwürdige Resultat gegeben, daß in 49 Jahren (1773—1822) der nordwestliche Rand des Vulkans (Rocca del Palo) in seiner Höhe über der Meeresfläche in den Grenzen der Genauigkeit unserer Messungen als fast unverändert betrachtet werden darf*).

Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erscheinungen dar. Die Schneemassen erregen nicht bloß durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberschwemmungen, Wasserströme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismassen schwimmen; sie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in vollkommener Ruhe ist, durch Infiltration in die Spalten des Trachytgesteins. Höhlungen, welche sich an dem Abhange oder am Fuß der Feuerberge befinden, werden so allmälig in unterirdische Wasserbehälter verwandelt, die mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fische dieser Alpenbäche vermehren sich vorzugsweise im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdstöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, di ganze Masse des Vulkans mächtig erschüttern, so öffnen sich auf einmal die unterird Gewölbe, und es entstürzen ihnen gleichzeitig Wasser, Fische und tuffartiger Schl Dies ist die sonderbare Erscheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen †), die Pren der Bewohner der Hochebene von Quito gewährt. Als in der Nacht vom 19. zum 20 nius 1698 der Gipfel des 18000 Fuß hohen Berges Carguairazo zusammenstürzte, so vom Kraterrande nur zwei ungeheure Felshörner stehen blieben, da bedeckten flüssiger 2

---

*) S. die Fundamente meiner Messungen verglichen mit denen von Saussure und Graf Minto in den Abhandlungen der Akademie der Wiss. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 30.

†) Pimelodes Cyclopum s. Humboldt, Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée T. I. p. 21—25.

Die mineralische Zusammensetzung der Laven ist verschieden nach der Natur des krystallinischen Gesteins, aus welchem der Vulkan besteht, nach der Höhe des Punktes, wo der Ausbruch geschieht (ob am Fuß des Berges oder in der Nähe des Kraters), nach dem Temperatur-Zustande des Inneren. Glasartige vulkanische Bildungen, Obsidian, Perlstein oder Bimsstein fehlen einigen Vulkanen ganz, wenn dieselben bei anderen nur aus dem Krater selbst oder wenigstens aus beträchtlichen Höhen entspringen. Diese wichtigen und verwickelten Verhältnisse können allein durch sehr genaue krystallographische und chemische Untersuchungen ergründet werden. Mein sibirischer Reisebegleiter Gustav Rose, wie später Hermann Abich, haben mit vielem Glücke und Scharfsinn angefangen über das dichte Gewebe so verschiedenartiger vulcanischer Felsarten ein helles Licht zu verbreiten.

Von den aufsteigenden Dämpfen ist der größere Theil reiner Wasserdampf. Condensirt, wird derselbe als Quelle z. B. auf der Insel Pantellaria von Ziegenhirten benutzt. Was man, am Morgen des 26. October 1822, aus dem Krater des Vesuvs durch eine Seitenspalte sich ergießen sah und lange für siedendes Wasser hielt, war nach Monticelli's genauer Untersuchung trockne Asche, die wie Triebsand herabschoß, eine durch Reibung zu Staub zerfallene Lava. Das Erscheinen der Asche aber, welche Stunden, ja Tage lang die Luft verfinstert und durch ihren Fall, den Blättern anklebend, den Weingärten und Oelbäumen so verderblich wird, bezeichnet durch ihr säulenförmiges Emporsteigen, von Dämpfen getragen, jedes Ende einer großen Eruption. Das ist die prachtvolle Erscheinung, die am Vesuv schon der jüngere Plinius in dem berühmten Briefe an Cornelius Tacitus mit der Gestalt einer hochgezweigten, aber schattigen Pinie verglichen hat. Was man bei Schlackenausbrüchen als Flammen beschreibt, ist, wie der Lichtglanz der rothen Gluthwolken, die über dem Krater schweben, gewiß nicht brennendem Wasserstoffgas zuzuschreiben. Es sind vielmehr Lichtreflexe, die von den hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen; theils auch Lichtreflexe aus der Tiefe, welche die aufsteigenden Dämpfe erleuchten. Was aber die Flammen sein mögen, die man bisweilen während der Thätigkeit von Küsten-Vulkanen oder kurz vor der Hebung eines vulkanischen Eilandes seit Strabo's Zeiten aus dem tiefen Meere hat aufsteigen gesehen, entscheiden wir nicht.

Wenn die Frage aufgeworfen wird, was in den Vulkanen brenne, was die Wärme errege, die Erden und Metalle schmelzend mischt, ja Lavaströmen von großer Dicke *) mehrere Jahre lang eine erhöhte Temperatur giebt; so liegt einer solchen Frage das Vorurtheil zum Grunde, Vulkane müßten nothwendig, wie die Erdbrände der Steinkohlenflöze, an das Dasein gewisser feuerernährender Stoffe gebunden sein. Nach den verschiedenen Phasen chemischer Ansichten wurden so bald Erdpech, bald Schwefelkies oder der feuchte Contact von fein zertheiltem Schwefel und Eisen, bald pyrophorartige Substanzen, bald die Metalle der Alkalien und Erden als die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in ihrer intensiven Thätigkeit bezeichnet. Der große Chemiker, welchem wir die Kenntniß der brennbarsten metallischen Substanzen verdanken, Sir Humphry Davy, hat in seinem letzten, ein wehmüthiges Gefühl erregenden Werke (Consolation in travel and last days of a Philosopher) seiner kühnen chemischen Hypothese selbst entsagt. Die große mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers (5,44) verglichen mit dem specifischen Gewichte des Kalium (0,865) und Natrium (0,972) oder der Erd-Metalle (1,2), der Mangel von Wasserstoffgas in den luftförmigen Emanationen der Kraterspalten und der nicht erkalteten Lavaströme, viele chemische Betrachtungen endlich †) stehen in Widerspruch mit den früheren Vermuthungen von Davy und Ampère. Entwickelte sich Hydrogen bei dem Ausbruch der Lava, wie groß müßte nicht dessen Masse sein, wenn bei einer sehr niedrigen Lage des Eruptionspunktes die aus-

*) S. die schönen Versuche über Abkühlung von Steinmassen in Bischof's Wärmelehre S. 384, 443, 500—512.

†) S. Berzelius und Wöhler in Poggend. Annalen Bd. I. S. 221 und Bd. XI. S. 146; Gay-Lussac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 422; Bischof, reasons against the Chemical Theory of Volcanoes in der englischen Ausgabe seiner Wärmelehre p. 297—309.

fließende Lava, wie in dem denkwürdigen von Mackenzie und Soemund Magnussen beschriebenen Ausbruch am Fuß des Skaptar-Jökul in Island (11. Junius bis 3. August 1783), viele Quadratmeilen Landes bedeckt, und angedämmt mehrere hundert Fuß Dicke erreicht. Eben solche Schwierigkeiten zeigen sich bei der geringen Menge ausströmenden Stickgases, wenn man das Eindringen der atmosphärischen Luft in den Krater, oder, wie man bildlich sich ausdrückt, ein Einathmen des Erdkörpers, annimmt. Eine so allgemeine, so tief wirkende, sich im Inneren so weit fortpflanzende Thätigkeit, als die der Vulkane, kann wohl nicht ihren Urquell in der chemischen Verwandtschaft, in dem Contact einzelner nur örtlich verbreiteter Stoffe haben. Die neuere Geognosie sucht diesen Urquell lieber in der unter jeglichem Breitengrade mit der Tiefe zunehmenden Temperatur, in der mächtigen inneren Wärme, welche der Planet seinem ersten Erstarren, seiner Bildung im Weltraume, der kugelförmigen Zusammenziehung dunstförmiger elliptisch kreisender Stoffe verdankt. Neben dem sicheren Wissen steht das Vermuthen und Meinen. Eine philosophische Naturkunde strebt sich über das enge Bedürfniß einer bloßen Naturbeschreibung zu erheben. Sie besteht, wie wir mehrmals erinnert haben, nicht in der sterilen Anhäufung isolirter Thatsachen. Dem neugierig regsamen Geiste des Menschen muß es erlaubt sein, aus der Gegenwart in die Vorzeit hinüberzuschweifen, zu ahnden, was noch nicht klar erkannt werden kann, und sich an den alten, unter so vielerlei Formen immer wiederkehrenden Mythen der Geognosie zu ergötzen. Wenn wir Vulkane als unregelmäßig intermittirende Quellen betrachten, die ein flüssiges Gemenge von oxydirten Metallen, Alkalien und Erden ausstoßen, sanft und stille fließen, wo dies Gemenge, durch den mächtigen Druck der Dämpfe gehoben, irgendwo einen Ausgang findet; so erinnern wir uns unwillkührlich an Platon's geognostische Phantasien, nach denen die heißen Quellen, wie alle vulkanischen Feuerströme, Ausflüsse des Pyriphlegeton*), einer im Inneren des Erdkörpers allgegenwärtigen Ursache, sind.

Die Art der Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche, unabhängig von allen klima-

---

*) Nach Platons geognostischen Ansichten, wie sie im Phädon entwickelt sind, spielt der Pyriphlegethon in Hinsicht auf die Thätigkeit der Vulkane ungefähr dieselbe Rolle, welche wir jetzt der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme und dem geschmolzenen Zustande der inneren Erdschichten zuschreiben (Phaedon ed. Ast p. 603 und 607, Annot. p. 808 und 817). „Innerhalb der Erde rings-umher sind größere und kleinere Gewölbe. Wasser strömt in Fülle darin, auch viel Feuer und große Feuerströme, und Ströme von feuchtem Schlamm (theils reinerem, theils schmutzigerem), wie in Sicilien die vor dem Feuerstrome sich ergießenden Ströme von Schlamm und der Feuerstrom selbst; von denen denn alle Oerter erfüllt werden, je nachdem jedesmal jeder der Ströme seinen Umlauf nimmt. Der Pyriphlegethon ergießt sich in eine weite mit einem gewaltigen Feuer brennende Gegend, wo er einen See bildet, größer als unser Meer, siedend von Wasser und Schlamm. Von hier aus bewegt er sich im Kreise herum um die Erde trübe und schlammig." Dieser Fluß geschmolzener Erde und Schlammes ist so sehr die allgemeine Ursach der vulkanischen Erscheinungen, daß Plato ausdrücklich hinzusetzt: „So ist der Pyriphlegethon beschaffen, von welchem auch die Feuerströme (οἱ ῥύακες), wo auf der Erde sie sich auch finden mögen (ὅπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς), kleine Theile (abgerissene Stücke) heraufblasen." Die vulkanischen Schlacken und Lavaströme sind demnach Theile des Pyriphlegethon selbst, Theile jener unterirdischen geschmolzenen, stets wogenden Masse. Daß aber οἱ ῥύακες Lavaströme, und nicht, wie Schneider, Passow und Schleiermacher wollen, „feuerspeiende Berge" bedeute, ist aus vielen theilweise schon von Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. II, 1. S. 200) gesammelten Stellen sichtbar; ῥύαξ ist das vulkanische Phänomen von seiner bedeutendsten Seite, dem Lavastrom, gefaßt. Daher der Ausdruck: die ῥύακες des Aetna. Aristot. Mirab. Ausc. T. II. p. 833 sect. 38 Bekker; Thucyd. III, 116; Theophr. de Lap. 22 p. 427 Schneider; Diod. V, 6 und XIV, 59, wo die merkwürdigen Worte: viele nahe am Meer unfern dem Aetna geligenen Orte wurden zu Grunde gerichtet ὑπὸ τοῦ καλουμένου ῥύακος;" Strabo VI p. 269, XIII p. 628, und von dem berühmten Glühschlamme der Lelantischen Ebene auf Euböa I p. 58 Casaub.; endlich Appian. de bello civili V, 114. Der Tadel, welchen Aristoteles (Meteor. II. 2, 19) über die geognostischen Phantasien im Phädon ausspricht, bezieht sich eigentlich nur auf die Quellen der Flüsse, welche die Oberfläche der Erde durchströmen. Auffallend muß uns die von Plato so bestimmt ausgesprochene Ansicht sein, nach der „feuchte Schlammauswürfe in Sicilien den Glühströmen (Lavaströmen) vorhergehen." Beobachtungen am Aetna können dazu wohl keine Veranlassung gegeben haben, wenn gleich Rapilli und Asche, während des vulkanisch-electrischen Gewitters am Eruptionskrater, mit geschmolzenem Schnee und Wasser breiartig gemischt, für ausgeworfenen Schlamm zu halten wären. Wahrscheinlicher ist es wohl, daß bei Plato die feuchten Schlammströme (ὑγροῦ πηλοῦ ποταμοί) eine dunkle Erinnerung der Salsen (Schlammvulkane von Agrigent sind, die mit großem Getöse Letten auswerfen und deren ich schon oben (An. S. 116) erwähnt habe. Unter den vielen verlorenen Schriften des Theophrast ist in dieser Hinsicht der Verlust des Buches „von dem vulkanischen Strom in Sicilien," (περὶ ῥύακος τοῦ ἐν Σικελίᾳ), dessen Diog. Laert. V, 39 gedenkt, zu beklagen.

tischen Verschiedenheiten, ist sehr scharfsinnig und charakteristisch auf zwei Classen zurückg
führt worden: auf Central- und Reihen-Vulkane, „je nachdem dieselben d
Mittelpunkt vieler, fast gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche bilden, od
in Einer Richtung, wenig von einander entfernt, liegen, gleichsam als Essen auf ein
langgedehnten Spalte. Die Reihenvulkane sind wiederum zweierlei Art. Entweder e
heben sie sich als einzelne Kegel-Inseln von dem Grunde des Meeres, und es läuft ihn
meist zur Seite, in derselben Richtung, ein primitives Gebirge, dessen Fuß sie zu bezeichn
scheinen, oder die Reihenvulkane stehen auf dem höchsten Rücken dieser Gebirgsreihe u
bilden die Gipfel selbst."*) Der Pic von Teneriffa z. B. ist ein Centralvulkan, d
Mittelpunkt der vulkanischen Gruppe, von welchem die Ausbrüche von Palma und Lanc
rote herzuleiten sind. Die lange, mauerartig fortlaufende, bald einfache, bald in zwei u
drei parallele Ketten getheilte und dann durch schmale Querjöcher gegliederte Andeske
bietet vom südlichen Chili bis zur Nordwestküste von Amerika die großartigste Erscheinu
des Auftretens von Reihenvulkanen in einem Festlande dar. In der Andeskette ve
kündigt sich die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewisser Gebirgsart
(Dolerit, Melaphyr, Trachyt, Andesit, Diorit-Porphyr), welche die sogenannten uranfän
lichen, wie die schiefrigen und sandsteinartigen Uebergangsschichten und die Flözformation
trennen. Ein solches immer wiederkehrendes Phänomen hatte früh in mir die Ueberzeugu
angeregt, daß jene sporadischen Gebirgsarten der Sitz vulkanischer Erscheinungen wär
und daß sie die vulkanischen Ausbrüche bedingten. Am Fuß des mächtigen Tungurag
bei Penipe (an den Ufern des Rio Puela), sah ich zum ersten Male und deutlich ein
Glimmerschiefer, der auf Granit ruht, vom vulkanischen Gestein durchbrochen.

Auch die Reihenvulkane des Neuen Continents sind theilweise, wo sie nahe lieg
in gegenseitiger Abhängigkeit von einander; ja man sieht seit Jahrhunderten sich die v
kanische Thätigkeit in gewissen Richtungen (in der Provinz Quito von Norden nach S
den†) allmälig fortbewegen. Der Heerd selbst liegt unter dem ganzen Hochlande die
Provinz; die einzelnen Verbindungs-Oeffnungen mit der Atmosphäre sind die Ber
welche wir, mit besonderen Namen, als Vulkane von Pichincha, Cotopari oder Tungurag
bezeichnen, und die durch ihre Gruppirung, wie durch Höhe und Gestaltung den erhab
sten und malerischsten Anblick darbieten, der irgendwo in einer vulkanischen Landschaft
einem schmalen Raume zu finden ist. Da die äußersten Glieder solcher Gruppen von R
henvulkanen durch unterirdische Communicationen mit einander verbunden sind, wie v
fache Erfahrungen lehren, so erinnert diese Thatsache an Seneca's alten und wahr
Ausspruch‡), daß „der Feuerberg nur der Weg der tiefer liegenden vulkanischen Kr
sei." Auch im mexicanischen Hochlande scheinen die Vulkane (Orizaba, Popocatepetl,
rullo, Colima), von denen ich nachgewiesen||), daß sie alle in Einer Richtung zwischen 1

---

*) Leopold von Buch, Physikal. Beschreib. der Canarischen Inseln S. 326—407. Ich zweifle, daß man, wie der geistreiche Charles Darwin zu wollen scheint (Geological Observations on the Volcanic Islands 1844 p. 127), Central-Vulkane im Allgemeinen als Reihen-Vulkane von kurzer Ausdehnung auf parallelen Spalten betrachten könne. Schon Friedrich Hoffmann glaubte in der Gruppe der Liparischen Inseln, die er so trefflich beschrieben und in der zwei Eruptionsspalten sich bei Panaria kreuzen, ein Zwischenglied zwischen den zwei Haupt-Erscheinungsweisen der Vulkane, den von Leopold von Buch erkannten Central- und Reihen-Vulkanen, zu finden (Poggend Ann. der Physik Bd. XXVI. S. 81—88).

†) Humboldt, Geognost. Beob. über die Vulkane des Hochlandes von Quito, in Poggend. Annalen Bd. XXXXVI. S. 194.

‡) Seneca, indem er sehr treffend von der problematischen Erniedrigung des Aetna spricht, sagt in dem 79sten Briefe: „Potest hoc accidere, non quia m
tis altitudo descdit, sed quia ignis evanuit et mi
vehemens ac largus effertur: ob eandem caus
fumo quoque per diem segniore. Neutrum au
incredibile est, nec montem qui devoretur quot
minui, nec ignem non manere eundem; quia
ipse ex se est, sed in aliqua inferna valle concep
exaestuat et alibi pascitur: in ipso monte non
mentum habet sed viam." (Ed. Ruhkopfiana T.
p. 32.) Die unterirdische Verbindung „durch H
gänge" zwischen den Vulkanen von Sicilien, den L
ren, den Pithecusen (Ischia) und dem Vesuv, von
man vermuthen darf, er habe ehemals gebrannt
Schlundbecher des Feuers gehabt," ist von Str
vollkommen erkannt worden (lib. I. p. 247 und 2
Er nennt die ganze Gegend „unterfeurig."

||) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv.
pagne T. II. p. 173—175.

59′ und 19° 12′ nördl. Breite liegen, eine Querspalte von Meer zu Meer und eine Abhängigkeit von einander anzudeuten. Der Vulkan von Jorullo ist den 29. September 1759 genau in dieser Richtung, auf derselben Querspalte ausgebrochen, und zu einer Höhe von 1580 Fuß über der umherliegenden Ebene emporgestiegen. Der Berg gab nur einmal einen Erguß von Lava, genau wie der Epomeo auf Ischia im Jahr 1302.

Wenn aber auch der Jorullo, von jedem thätigen Vulkan zwanzig Meilen entfernt, im eigentlichsten Sinne des Worts ein neuer Berg ist, so darf man ihn doch nicht mit der Erscheinung des Monte Nuovo (19. Sept. 1538) bei Puzzuolo verwechseln, welcher den Erhebungskratern beigezählt wird. Naturgemäßer glaube ich schon ehemals den Ausbruch des neu entstandenen mexicanischen Vulkans mit der vulkanischen Hebung des Hügels von Methone (jetzt Methana) auf der trözenischen Halbinsel verglichen zu haben. Diese, von Strabo und Pausanias beschriebene Hebung hat einen der phantasiereichsten römischen Dichter veranlaßt, Ansichten zu entwickeln, welche mit denen der neueren Geognosie auf eine merkwürdige Art übereinstimmen. „Einen Tumulus sieht man bei Trözene, schroff und baumlos; einst eine Ebene, jetzt einen Berg. Die in finstern Höhlen eingeschlossenen Dämpfe suchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da schwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der sich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blase empor; er schwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung ist dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat sich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmasse erhärtet." So malerisch und, wie analoge Erscheinungen uns zu glauben berichtigen, zugleich auch so wahr schildert Ovidius die große Naturbegebenheit, die sich zwischen Trözene und Epidaurus, da wo Rußegger noch Trachyt-Durchbrüche gefunden, 282 Jahre vor unserer Zeitrechnung, also 45 Jahre vor der vulkanischen Trennung von Thera (Santorin) und Therasia, ereignete*).

Unter den Eruptions-Inseln, welche den Reihenvulkanen zugehören, ist Santorin die wichtigste. „Sie vereinigt in sich die ganze Geschichte der Erhebungs-Inseln. Seit vollen 2000 Jahren, so weit Geschichte und Tradition reicht, haben die Versuche†) der Natur nicht aufgehört, in der Mitte des Erhebungskraters einen Vulkan zu bilden." Aehnliche

---

*) Ueber den Ausbruch von Methone Ovidius (Metamorph. XV, 296—306):

Est prope Pitheam tumulus Troezena sine ullis
Arduus arboribus, quondam planissima campi
Area, nunc tumulus: nam—res horrenda relatu—
Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque frustra
Liberiore frui coelo, cum carcere rima
Nulla foret toto nec pervia flatibus esset,
Extentam tumefecit humum; ceu spiritus oris
Tendere vesicam solet, aut direpta bicorni
Terga capro. Tumor ille loci permansit, et alti
Collis habet speciem, longoque induruit aevo.

Diese geognostisch so wichtige Schilderung einer glockenförmigen Hebung auf dem Continent stimmt merkwürdig mit dem überein, was Aristoteles (Meteor. II. 8, 17—19) über die Hebung einer Eruptionsinsel berichtet. „Das Erdbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind (ἄνεμος), welcher die Erschütterung verursacht, in der Erdrinde ausgebrochen ist. So ist es vor kurzem zu Heraclea im Pontus geschehen und vormals in Hiera, einer der äolischen Inseln. In dieser nämlich ist ein Theil der Erde aufgeschwollen und hat sich mit Getöse zu einem Hügel erhoben, so lange bis der mächtig treibende Hauch (πνεῦμα) einen Ausweg fand und Funken und Asche ausstieß, welche die nahe Stadt der Liparäer bedeckte und selbst bis zu einigen Städten Italiens gelangte." In dieser Beschreibung ist das blasenförmige Auftreiben der Erdrinde (ein Stadium, in welchem viele Trachytberge dauernd verbleiben) von dem Ausbruche selbst sehr wohl unterschieden. Auch Strabo (lib. I. p. 59 Casaub.) beschreibt das Phänomen von Methone: „bei der Stadt im Hermionischen Busen geschah ein flammender Ausbruch; ein Feuerberg ward emporgehoben, sieben (?) Stadien hoch, am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts wohlriechend (?), und so erhitzend, daß das Meer siedete fünf Stadien weit, und trübe war wohl auf zwanzig Stadien, auch durch abgerissene Felsenstücke verschüttet wurde." Ueber die jetzige mineralogische Beschaffenheit der Halbinsel Methana s. Fiedler, Reise durch Griechenland Th. I. S. 257—263.

†) Leop. von Buch, Physik. Beschr. der Canar. Inseln S. 356—358, und besonders die französische Uebersetzung dieses trefflichen Werkes, S. 402; auch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 183. Eine submarine Insel war wieder in der neuesten Zeit im Erscheinen begriffen im Krater von Santorin. Um das Jahr 1810 war diese Insel noch 15 Brassen unter der Oberfläche des Meeres, aber 1830 nur 3—4 Brassen. Sie erhebt sich steil, wie ein großer Zapfen, aus dem Meeresgrund, und die fortdauernde unterirdische Thätigkeit des unterseeischen Kraters offenbart sich auch dadurch, daß, wie bei Methana zu Wromolimni, hier in der östlichen Bucht von Neo Kammeni schwefelsaure Dämpfe sich dem Meerwasser beimischen. Mit Kupfer beschlagene Schiffe legen sich in der Bucht vor Anker, damit in kurzer Zeit auf natürlichem (d. i. vulkanischem) Wege der Kupferbeschlag gereinigt und wiederum glänzend werde. (Virlet im Bulletin de la Société géologique de France T. III. p. 109, und Fiedler, Reise durch Griechenland Th. II. S. 469 und 584.)

insulare Hebungen, und dazu noch fast in regelmäßiger Wiederkehr von 80 oder 90 Jahren*), offenbaren sich bei der Insel San Miguel in der Gruppe der Azoren; doch ist der Meeresgrund hier nicht ganz an denselben Punkten gehoben worden. Die von Capitän Tillard benannte Insel Sabrina ist leider zu einer Zeit erschienen (30. Januar 1811), wo der politische Zustand der seefahrenden Völker im Westen von Europa wissenschaftlichen Instituten nicht erlaubt hat, diesem großen Ereigniß die Aufmerksamkeit zu schenken, welche später, in dem Meere von Sicilien (2. Juli 1831), der neuen und bald wieder zertrümmerten Feuerinsel Ferdinandea, zwischen der Kalkstein-Küste von Sciacca und der rein vulkanischen Pantellaria, zu Theil wurde†).

Die geographische Vertheilung der Vulkane, welche in historischen Zeiten thätig geblieben sind, hat bei der großen Zahl von Insel- und Küsten-Vulkanen, wie bei den noch immer sich von Zeit zu Zeit, wenn auch nur ephemer, darbietenden Ausbrüchen im Meeresgrunde, früh den Glauben erzeugt, als stehe die vulkanische Thätigkeit in Verbindung mit der Nähe des Meeres, als könne sie ohne dieselbe nicht fortdauern. „Viele Jahrhunderte schon," sagt Justinus‡), oder vielmehr Trogus Pompejus, dem er nachschreibt, „brennen der Aetna und die äolischen Inseln; und wie wäre diese lange Dauer möglich, wenn nicht das nahe Meer dem Feuer Nahrung gäbe?" Um die Nothwendigkeit der Meeresnähe zu erklären, hat man selbst in den neueren Zeiten die Hypothese des Eindringens des Meerwassers in den Heerd der Vulkane, d. h. in tiefliegende Erdschichten, aufgestellt. Wenn ich alles zusammenfasse, was ich der eignen Anschauung oder fleißig gesammelten Thatsachen entnehmen kann, so scheint mir in dieser verwickelten Untersuchung alles auf den Fragen zu beruhen: ob die unläugbar große Masse von Wasserdämpfen, welche die Vulkane, selbst im Zustande der Ruhe, aushauchen, dem mit Salzen geschwängerten Meerwasser oder nicht vielmehr den sogenannten süßen Meteorwassern ihren Ursprung verdanken; ob bei verschiedener Tiefe des vulkanischen Heerdes (z. B. bei einer Tiefe von 88000 Fuß, wo die Expansivkraft des Wasserdampfes an 2800 Atmosphären beträgt) die Expansivkraft der erzeugten Dämpfe dem hydrostatischen Drucke des Meeres das Gleichgewicht halten und den freien Zutritt des Meeres zu dem Heerde unter ge-

---

*) Erscheinungen der neuen Insel bei der azorischen Insel San Miguel: 11. Jun. 1638, 31. Dec. 1719, 13. Jun. 1811.

†) Prévost im Bulletin de la Société géologique T. II. p. 34; Friedrich Hoffmann, Hinterlassene Werke Bd. II. S. 451—456.

‡) „Accedunt vicini et perpetui Aetnae montis ignes et insularum Aeolidum, veluti ipsis undis alatur incendium; neque enim aliter durare tot seculis tantus ignis potuisset, nisi humoris nutrimentis aleretur." (Justin. Hist. Philipp. IV, 1.) Die vulkanische Theorie, mit welcher hier die physische Beschreibung von Sicilien anhebt, ist sehr verwickelt. Tiefe Lager von Schwefel und Harz; ein sehr dünner, höhlenreicher, leicht zerspaltener Boden; starke Bewegung der Meereswogen, welche, indem sie zusammenschlagen, die Luft (den Wind) mit hinabziehen, um das Feuer anzuschüren: sind die Elemente der Theorie des Trogus. Da er (Plin. XI, 52) als Physiognomiker auch die Gesichtszüge des Menschen deutete, so darf man vermuthen, daß er in seinen vielen für uns verlorenen Schriften nicht bloß als Historiker auftrat. Die Ansicht, nach welcher Luft in das Innere der Erde hinabgedrängt wird, um dort auf die vulkanische Esse zu wirken, hing übrigens bei den Alten mit Betrachtungen über den Einfluß der verschiedenen Windesrichtung auf die Intensität des Feuers, das im Aetna, in Hiera und Stromboli lodert, zusammen (s. die merkwürdige Stelle des Strabo lib. 6 p. 275 und 276). Die Berginsel Stromboli (Strongyle) galt deshalb für den Sitz des Aeolus, „des Verwalters der Winde," da die Schiffenden nach der Heftigkeit der vulkanischen Ausbrüche von Stromboli das Wetter vorherverkündigten. Ein solcher Zusammenhang der Ausbrüche eines kleinen Vulkans mit dem Barometerstande und der Windrichtung (Leop. von Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 334; Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XXVI. S. 8) wird noch jetzt allgemein anerkannt, so wenig auch, nach unserer jetzigen Kenntniß der vulkanischen Erscheinungen, und den geringen Veränderungen des Luft-Druckes, die unsere Winde begleiten, eine genügende Erklärung gegeben werden kann. — Bembo, als Jüngling in Sicilien von geflüchteten Griechen erzogen, erzählt anmuthig seine Wanderungen und stellt im Aetna Dialogus (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts) die Theorie von dem Eindringen des Meerwassers in den Heerd der Vulkane und von der nothwendigen Meeresnähe der letzteren auf. Es wird bei Besteigung des Aetna folgende Frage aufgeworfen: explana potius nobis quae petimus, ea incendia unde oriantur et orta quomodo perdurent? In omni tellure nuspiam majores fistulae aut meatus ampliores sunt quam in locis, quae vel mari vicina sunt, vel a mari protinus alluuntur: mare erodit illa facillime pergitque in viscera terrae. Itaque cum in aliena regna sibi viam faciat, ventis etiam facit: ex quo fit, ut loca quaeque maritima maxime terrae motibus subjecta sint, parum mediterranea. Habes quum in sulfuris venas venti furentes inciderint, unde incendia oriantur Aetnae tuae. Vides, quae mare in radicibus habeat, quae sulfurea sit, quae cavernosa, quae a mari aliquando perforata ventos admiserit aestuantes, per quos idonea flammae materies incenderetur.

wissen Bedingungen*) gestatten könne; ob die vielen metallischen Chlorüren, ja die Entstehung des Kochsalzes in den Kraterspalten, ob die oftmalige Beimischung von Hydrochlorsäure in den Wasserdämpfen nothwendig auf jenen Zutritt des Meerwassers schließen lassen; ob die Ruhe der Vulkane (die temporäre, oder die endliche und völlige Ruhe) von der Verstopfung der Canäle abhänge, welche vorher die Meer- oder Meteorwasser zuführten, oder ob nicht vielmehr der Mangel von Flammen und von ausgehauchten Hydrogen (das geschwefelte Wasserstoffgas ist mehr den Solfataren als den thätigen Vulkanen eigen) mit der Annahme großer Massen zersetzten Wassers in offenbarem Widerspruch stehe?

Die Erörterung so wichtiger physikalischer Fragen gehört nicht in den Entwurf eines Naturgemäldes. Wir verweilen hier bei der Angabe der Erscheinungen, bei dem Thatsächlichen in der geographischen Vertheilung der noch entzündeten Vulkane. Dieser lehrt, daß in der neuen Welt drei derselben, der Jorullo, der Popocatepetl und der Volcan de la Fragua, 20, 33 und 39 geographische Meilen von der Meeresküste entfernt sind; ja daß in Central-Asien, worauf Abel-Rémusat†) die Geognosten zuerst aufmerksam gemacht hat, eine große vulkanische Gebirgskette, der Thianschan (Himmelsgebirge), mit dem lavaspeienden Pe-schan, der Solfatare von Urumtsi und dem noch brennenden Feuerberge (Ho-tscheu) von Turfan, fast in gleicher Entfernung (370—382 Meilen) von dem Littoral des Eismeeres und dem des indischen Oceans liege. Der Abstand des Pe-schan vom caspischen Meere ist auch noch volle 340 Meilen; von den großen Seen Issikul und Balkasch ist er 43 und 52 Meilen‡). Merkwürdig scheint dabei, daß sich von den vier großen parallelen Gebirgsketten, dem Altai, dem Thian-schan, dem Kuen-lün und dem Himalaya, welche den asiatischen Continent von Osten nach Westen durchstreichen, nicht die einem Ocean nähere Gebirgskette (der Himalaya), sondern die zwei inneren (der Thian-schan und Kuen-lün), in 400 und 180 Meilen Entfernung vom Meere, feuerspeiend, wie der Aetna und Vesuv, Ammoniak erzeugend, wie die Vulkane von Guatimala, gezeigt haben. Die chinesischen Schriftsteller beschreiben auf das unverkennbarste in den Rauch- und Flammenausbrüchen des Pe-schan, die im ersten und siebenten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung die Umgegend verheerten, 10 Li lange Lavaströme. „Brennende Steinmassen," sagen sie, „flossen dünn wie geschmolzenes Fett." Die hier zusammengedrängten, bisher nicht genug beachteten Thatsachen machen es wahrscheinlich, daß Meeresnähe und das Eindringen von Meerwasser in den Heerd der Vulkane nicht unbedingt nothwendig zum Ausbrechen des unterirdischen Feuers sei; und daß das Littoral dieses Ausbrechen wohl nur deshalb befördere, weil es den Rand des tiefen Meerbeckens bildet, welches, von Wasserschichten bedeckt, einen geringeren Widerstand leistet und viele tausend Fuß tiefer liegt, als das innere und höhere Festland.

Die jetzt thätigen, durch permanente Krater gleichzeitig mit dem Inneren des Erdkörpers und mit dem Luftkreise communicirenden Vulkane haben sich zu einer so späten Epoche eröffnet, daß damals die obersten Kreideschichten und alle Tertiärgebilde schon vorhanden waren. Dies bezeugen die Trachyt-Eruptionen, auch die Basalte, welche oft die Wände der Erhebungskrater bilden. Melaphyre reichen bis in die mittleren Tertiärschichten, fangen aber schon an, sich zu zeigen unter der Jura-Formation, indem sie den bunten Sandstein durchbrechen||). Mit den jetzt durch Krater thätigen Vulkanen sind die früheren Ergießun-

---

*) Vergl. Gay-Lussac, sur les Volcans, in den Annales de Chimie T. XXII. p. 427; und Bischof, Wärmelehre S. 272. Auf Rückwirkungen des vulkanischen Heerdes durch die spannenden Wassersäulen, wenn nämlich die Expansivkraft der Dämpfe den hydrostatischen Druck überwindet, lassen uns die Ausbrüche von Rauch und Wasserdämpfen schließen, die man zu verschiedenen Zeiten um Lancerote, Island und die kurilischen Inseln während der Eruption benachbarter Vulkane gesehen hat.

†) Abel-Rémusat, Lettre à Mr. Cordier in den Annales des Mines T. V. p. 137.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 30—33, 38—52, 70—80 und 426—428. Das Dasein thätiger Vulkane in Kordofan, in 135 Meilen Entfernung vom rothen Meere, ist von Rüppell (Reisen in Nubien 1829 S. 151) neuerdings geläugnet worden.

||) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Explication de la Carte géologique de la France T. I. p. 89.

Spalten oder kleine rundliche Feuerschlünde, die mit geschmolzenen Massen gefüllt sind. Der Boden steigt und sinkt; in ihm entstehen Schlackenhügel und Auswurfskegel, die sich bisweilen hoch über die Ränder des Kraters erheben, den Vulkanen ganze Jahre lang eine eigenthümliche Physiognomie verleihen, aber urplötzlich während einer neuen Eruption zusammenstürzen und verschwinden. Die Oeffnungen dieser Auswurfskegel, die aus dem Kraterboden aufsteigen, dürfen nicht, wie nur zu oft geschieht, mit dem Krater selbst, der sie einschließt, verwechselt werden. Ist dieser unzugänglich durch ungeheure Tiefe und durch senkrechten Absturz der Ränder nach innen, wie auf dem Vulkan Rucu-Pichincha (14946 Fuß), so blickt man von jenen Rändern auf die Gipfel der Berge hinab, die aus dem theilweise mit Schwefeldampf gefüllten Kesselthal emporragen. Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen. In der Zwischenzeit zweier Eruptionen bietet ein Krater entweder gar kein leuchtendes Phänomen, sondern bloß offene Spalten und aufsteigende Wasserdämpfe dar; oder man findet auf seinem kaum erhitzten Boden Schlackenhügel, denen man sich gefahrlos nähern kann. Sie ergötzen gefahrlos den wandernden Geognosten durch das Auswerfen feurigglühender Massen, die auf den Rand des Schlackenkegels herabfallen und deren Erscheinen kleine, ganz locale Erdstöße regelmäßig vorherverkündigen. Lava ergießt sich bisweilen aus offenen Spalten und kleinen Schlünden in den Krater selbst, ohne den Kraterrand zu durchbrechen und überzufließen. Geschieht aber ein solcher Durchbruch, so fließt die neueröffnete Erdquelle meist dergestalt ruhig und auf so bestimmten Wegen, daß das große Kesselthal, welches man Krater nennt, selbst in dieser Eruptions-Epoche besucht werden kann. Ohne eine genaue Darstellung von der Gestaltung, gleichsam dem Normalbau der feuerspeienden Berge können Erscheinungen nicht richtig aufgefaßt werden, die durch phantastische Beschreibungen und durch die Vieldeutigkeit oder vielmehr durch den so unbestimmten Sprachgebrauch der Wörter Krater, Ausbruchkegel und Vulkan lange verunstaltet worden sind. Die Ränder des Kraters zeigen sich theilweise weit weniger veränderlich, als man es vermuthen sollte. Saussure's Messungen, mit den meinigen verglichen, haben z. B. am Vesuv das merkwürdige Resultat gegeben, daß in 49 Jahren (1773—1822) der nordwestliche Rand des Vulkans (Rocca del Palo) in seiner Höhe über der Meeresfläche in den Grenzen der Genauigkeit unserer Messungen als fast unverändert betrachtet werden darf*).

Vulkane, welche, wie die der Andeskette, ihren Gipfel hoch über die Grenze des ewigen Schnees erheben, bieten eigenthümliche Erscheinungen dar. Die Schneemassen erregen nicht bloß durch plötzliches Schmelzen während der Eruption furchtbare Ueberschwemmungen, Wasserströme, in denen dampfende Schlacken auf dicken Eismassen schwimmen; sie wirken auch ununterbrochen, während der Vulkan in vollkommener Ruhe ist, durch Infiltration in die Spalten des Trachytgesteins. Höhlungen, welche sich an dem Abhange oder am Fuß der Feuerberge befinden, werden so allmälig in unterirdische Wasserbehälter verwandelt, die mit den Alpenbächen des Hochlandes von Quito durch enge Oeffnungen vielfach communiciren. Die Fische dieser Alpenbäche vermehren sich vorzugsweise im Dunkel der Höhlen; und wenn dann Erdstöße, die allen Eruptionen der Andeskette vorhergehen, die ganze Masse des Vulkans mächtig erschüttern, so öffnen sich auf einmal die unterirdischen Gewölbe, und es entstürzen ihnen gleichzeitig Wasser, Fische und tuffartiger Schlamm. Dies ist die sonderbare Erscheinung, welche der kleine Wels der Cyclopen†), die Prenadilla der Bewohner der Hochebene von Quito gewährt. Als in der Nacht vom 19. zum 20. Junius 1698 der Gipfel des 18000 Fuß hohen Berges Carguairazo zusammenstürzte, so daß vom Kraterrande nur zwei ungeheure Felshörner stehen blieben, da bedeckten flüssiger Tuff

*) S. die Fundamente meiner Messungen verglichen mit denen von Saussure und Graf Minto in den Abhandlungen der Akademie der Wiss. zu Berlin aus den J. 1822 und 1823 S. 30.

†) Pimelodes Cyclopum s. Humboldt, Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée T. I. p. 21—25.

und Unfruchtbarkeit verbreitender Lettenschlamm (lodazales), todte Fische einhüllend, auf fast zwei Quadratmeilen die Felder umher. Eben so wurden, sieben Jahr früher, die Faulfieber in der Gebirgsstadt Ibarra, nördlich von Quito, einem Fischauswurfe des Vulkans Imbaburu zugeschrieben.

Wasser und Schlamm, welche in der Andeskette nicht dem Krater selbst, sondern den Höhlen in der Trachytmasse des Berges entströmen, sind demnach im engeren Sinne des Worts nicht den eigentlichen vulkanischen Phänomenen beizuzählen. Sie stehen nur in mittelbarem Zusammenhange mit der Thätigkeit der Vulkane, fast in demselben Maaße, wie der sonderbare meteorologische Proceß, welchen ich in meinen früheren Schriften mit der Benennung vulkanischer Gewitter bezeichnet habe. Der heiße Wässerdampf, welcher während der Eruption aus dem Krater aufsteigt und sich in den Luftkreis ergießt, bildet beim Erkalten ein Gewölk, von dem die viele tausend Fuß hohe Aschen- und Feuersäule umgeben ist. Eine so plötzliche Condensation der Dämpfe und, wie Gay-Lussac gezeigt hat, die Entstehung einer Wolke von ungeheurer Oberfläche vermehren die electrische Spannung. Blitze fahren schlängelnd aus der Aschensäule hervor, und man unterscheidet dann (wie am Ende des Ausbruchs des Vesuvs in den letzten Tagen des October 1822) deutlichst den rollenden Donner des vulkanischen Gewitters von dem Krachen im Inneren des Vulkans. Die aus der vulkanischen Dampfwolke herabfahrenden Blitze haben einst in Island (am Vulkan Katlagia 17. October 1755) nach Olafsen's Bericht 11 Pferde und 2 Menschen getödtet.

Nachdem wir so in dem Naturgemälde den Bau und die dynamische Thätigkeit der Vulkane geschildert haben, müssen wir noch einen Blick auf die stoffartige Verschiedenheit ihrer Erzeugnisse werfen. Die unterirdischen Kräfte trennen alte Verbindungen der Stoffe, um neue Verbindungen hervorzubringen, sie bewegen zugleich das Umgewandelte fort, so lange es, in Wärme aufgelöst, noch verschiebbar ist. Das Erstarren des Zähen oder des Beweglich-Flüssigen unter größerem oder geringerem Drucke scheint hauptsächlich den Unterschied der Bildung plutonischer und vulkanischer Gebirgsarten zu bestimmen. Eine Gebirgsart, in schmalen Längen-Zonen einer vulkanischen Mündung (einem Erde-Quell) entflossen, heißt Lava. Wo mehrere Lavaströme sich begegnen und in ihrem Laufe aufgehalten werden, dehnen sie sich in der Breite aus und füllen große Becken, in welchen sie zu auf einander gelagerten Schichten erstarren. Diese wenigen Sätze enthalten das Allgemeine der productiven Thätigkeit der Vulkane.

Gebirgsarten, welche die Vulkane blos durchbrechen, bleiben oft in den Feuerproducten eingeschlossen. So habe ich feldspathreiche Syenitmassen in den schwarzen Augitlaven des mexicanischen Vulkans von Jorullo, als eckige Stücke eingewachsen, gefunden; die Massen von Dolomit und körnigem Kalkstein aber, welche prachtvolle Drusen krystallisirter Fossilien (Vesuviane und Granaten, von Mejonit, Nephelin und Sodalith bedeckt) enthalten, sind nicht Auswürflinge des Vesuvs: „sie gehören vielmehr einer sehr allgemein verbreiteten Formation, Tuffschichten an, welche älter als die Erhebung der Somma und des Versuvs, wahrscheinlich Erzeugnisse einer submarinischen, tief im Inneren verborgenen, vulkanischen Wirkung sind." *) Unter den Producten der jetzigen Vulkane finden sich fünf Metalle: Eisen, Kupfer, Blei, Arsenik, und das von Stromeyer im Krater von Volcano entdeckte Selen. Durch dampfende Fumarolen sublimiren sich Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorblei und Chlorammonium; Eisenglanz †) und Kochsalz (das letzte oft in großer Menge) erscheinen als Gangtrümmer in frischgeflossenen Lavaströmen oder auf neuen Spalten der Kraterränder.

---

*) Leop. v. Buch in Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 179.

†) Ueber den chemischen Ursprung des Eisenglanzes in vulkanischen Massen s. Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Ueber die Entbindung der Hydrochlorsäure im Krater s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie et de Phys. T. XXII. p. 423.

Die mineralische Zusammensetzung der Laven ist verschieden nach der Natur des krystallinischen Gesteins, aus welchem der Vulkan besteht, nach der Höhe des Punktes, wo der Ausbruch geschieht (ob am Fuß des Berges oder in der Nähe des Kraters), nach dem Temperatur-Zustande des Inneren. Glasartige vulkanische Bildungen, Obsidian, Perlstein oder Bimsstein fehlen einigen Vulkanen ganz, wenn dieselben bei anderen nur aus dem Krater selbst oder wenigstens aus beträchtlichen Höhen entspringen. Diese wichtigen und verwickelten Verhältnisse können allein durch sehr genaue krystallographische und chemische Untersuchungen ergründet werden. Mein sibirischer Reisebegleiter Gustav Rose, wie später Hermann Abich, haben mit vielem Glücke und Scharfsinn angefangen über das dichte Gewebe so verschiedenartiger vulcanischer Felsarten ein helles Licht zu verbreiten.

Von den aufsteigenden Dämpfen ist der größere Theil reiner Wasserdampf. Condensirt, wird derselbe als Quelle z. B. auf der Insel Pantellaria von Ziegenhirten benutzt. Was man, am Morgen des 26. October 1822, aus dem Krater des Vesuvs durch eine Seitenspalte sich ergießen sah und lange für siedendes Wasser hielt, war nach Monticelli's genauer Untersuchung trockne Asche, die wie Triebsand herabschoß, eine durch Reibung zu Staub zerfallene Lava. Das Erscheinen der Asche aber, welche Stunden, ja Tage lang die Luft verfinstert und durch ihren Fall, den Blättern anklebend, den Weingärten und Oelbäumen so verderblich wird, bezeichnet durch ihr säulenförmiges Emporsteigen, von Dämpfen getragen, jedes Ende einer großen Eruption. Das ist die prachtvolle Erscheinung, die am Vesuv schon der jüngere Plinius in dem berühmten Briefe an Cornelius Tacitus mit der Gestalt einer hochgezweigten, aber schattigen Pinie verglichen hat. Was man bei Schlackenausbrüchen als Flammen beschreibt, ist, wie der Lichtglanz der rothen Gluthwolken, die über dem Krater schweben, gewiß nicht brennendem Wasserstoffgas zuzuschreiben. Es sind vielmehr Lichtreflexe, die von den hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen; theils auch Lichtreflexe aus der Tiefe, welche die aufsteigenden Dämpfe erleuchten. Was aber die Flammen sein mögen, die man bisweilen während der Thätigkeit von Küsten-Vulkanen oder kurz vor der Hebung eines vulkanischen Eilandes seit Strabo's Zeiten aus dem tiefen Meere hat aufsteigen gesehen, entscheiden wir nicht.

Wenn die Frage aufgeworfen wird, was in den Vulkanen brenne, was die Wärme errege, die Erden und Metalle schmelzend mischt, ja Lavaströmen von großer Dicke *) mehrere Jahre lang eine erhöhte Temperatur giebt; so liegt einer solchen Frage das Vorurtheil zum Grunde, Vulkane müßten nothwendig, wie die Erdbrände der Steinkohlenflöze, an das Dasein gewisser feuerernährender Stoffe gebunden sein. Nach den verschiedenen Phasen chemischer Ansichten wurden so bald Erdpech, bald Schwefelkies oder der feuchte Contact von fein zertheiltem Schwefel und Eisen, bald pyrophorartige Substanzen, bald die Metalle der Alkalien und Erden als die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in ihrer intensiven Thätigkeit bezeichnet. Der große Chemiker, welchem wir die Kenntniß der brennbarsten metallischen Substanzen verdanken, Sir Humphry Davy, hat in seinem letzten, ein wehmüthiges Gefühl erregenden Werke (Consolation in travel and last days of a Philosopher) seiner kühnen chemischen Hypothese selbst entsagt. Die große mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers (5,44) verglichen mit dem specifischen Gewichte des Kalium (0,865) und Natrium (0,972) oder der Erd-Metalle (1,2), der Mangel von Wasserstoffgas in den luftförmigen Emanationen der Kraterspalten und der nicht erkalteten Lavaströme, viele chemische Betrachtungen endlich †) stehen in Widerspruch mit den früheren Vermuthungen von Davy und Ampère. Entwickelte sich Hydrogen bei dem Ausbruch der Lava, wie groß müßte nicht dessen Masse sein, wenn bei einer sehr niedrigen Lage des Eruptionspunktes die aus-

---

*) S. die schönen Versuche über Abkühlung von Steinmassen in Bischof's Wärmelehre S. 384, 443, 500–512.

†) S. Berzelius und Wöhler in Poggend. Annalen Bd. I. S. 221 und Bd. XI. S. 146; Gay-Lussac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 422; Bischof, reasons against the Chemical Theory of Volcanoes in der englischen Ausgabe seiner Wärmelehre p. 297—309.

fließende Lava, wie in dem denkwürdigen von Mackenzie und Soemund Magnussen beschriebenen Ausbruch am Fuß des Skaptar-Jökul in Island (11. Junius bis 3. August 1783), viele Quadratmeilen Landes bedeckt, und angedämmt mehrere hundert Fuß Dicke erreicht. Eben solche Schwierigkeiten zeigen sich bei der geringen Menge ausströmenden Stickgases, wenn man das Eindringen der atmosphärischen Luft in den Krater, oder, wie man bildlich sich ausdrückt, ein Einathmen des Erdkörpers, annimmt. Eine so allgemeine, so tief wirkende, sich im Inneren so weit fortpflanzende Thätigkeit, als die der Vulkane, kann wohl nicht ihren Urquell in der chemischen Verwandtschaft, in dem Contact einzelner nur örtlich verbreiteter Stoffe haben. Die neuere Geognosie sucht diesen Urquell lieber in der unter jeglichem Breitengrade mit der Tiefe zunehmenden Temperatur, in der mächtigen inneren Wärme, welche der Planet seinem ersten Erstarren, seiner Bildung im Weltraume, der kugelförmigen Zusammenziehung dunstförmiger elliptisch kreisender Stoffe verdankt. Neben dem sicheren Wissen steht das Vermuthen und Meinen. Eine philosophische Naturkunde strebt sich über das enge Bedürfniß einer bloßen Naturbeschreibung zu erheben. Sie besteht, wie wir mehrmals erinnert haben, nicht in der sterilen Anhäufung isolirter Thatsachen. Dem neugierig regsamen Geiste des Menschen muß es erlaubt sein, aus der Gegenwart in die Vorzeit hinüberzuschweifen, zu ahnden, was noch nicht klar erkannt werden kann, und sich an den alten, unter so vielerlei Formen immer wiederkehrenden Mythen der Geognosie zu ergötzen. Wenn wir Vulkane als unregelmäßig intermittirende Quellen betrachten, die ein flüssiges Gemenge von oxydirten Metallen, Alkalien und Erden ausstoßen, sanft und stille fließen, wo dies Gemenge, durch den mächtigen Druck der Dämpfe gehoben, irgendwo einen Ausgang findet; so erinnern wir uns unwillkührlich an Platon's geognostische Phantasien, nach denen die heißen Quellen, wie alle vulkanischen Feuerströme, Ausflüsse des Pyriphlegeton*), einer im Inneren des Erdkörpers allgegenwärtigen Ursache, sind.

Die Art der Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche, unabhängig von allen klima-

*) Nach Platons geognostischen Ansichten, wie sie im Phädon entwickelt sind, spielt der Pyriphlegethon in Hinsicht auf die Thätigkeit der Vulkane ungefähr dieselbe Rolle, welche wir jetzt der mit der Tiefe zunehmenden Erdwärme und dem geschmolzenen Zustande der inneren Erdschichten zuschreiben (Phaedon ed. Ast p. 603 und 607, Annot. p. 808 und 817). „Innerhalb der Erde rings-umher sind größere und kleinere Gewölbe. Wasser strömt in Fülle darin, auch viel Feuer und große Feuerströme, und Ströme von feuchtem Schlamm (theils reinerem, theils schmutzigerem), wie in Sicilien die vor dem Feuerstrome sich ergießenden Ströme von Schlamm und der Feuerstrom selbst; von denen denn alle Oerter erfüllt werden, je nachdem jedesmal jeder der Ströme seinen Umlauf nimmt. Der Pyriphlegethon ergießt sich in eine weite mit einem gewaltigen Feuer brennende Gegend, wo er einen See bildet, größer als unser Meer, siedend von Wasser und Schlamm. Von hier aus bewegt er sich im Kreise herum um die Erde trübe und schlammig.“ Dieser Fluß geschmolzener Erde und Schlammes ist so sehr die allgemeine Ursach der vulkanischen Erscheinungen, daß Plato ausdrücklich hinzusetzt: „So ist der Pyriphlegethon beschaffen, von welchem auch die Feuerströme (οἱ ῥύακες), wo auf der Erde sie sich auch finden mögen (ὅπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς), kleine Theile (abgerissene Stücke) heraufblasen.“ Die vulkanischen Schlacken und Lavaströme sind demnach Theile des Pyriphlegethon selbst, Theile jener unterirdischen geschmolzenen, stets wogenden Masse. Daß aber οἱ ῥύακες Lavaströme, und nicht, wie Schneider, Passow und Schleiermacher wollen, „feuerspeiende Berge“ bedeute, ist aus vielen theilweise schon von Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. II, 1. S. 200) gesammelten Stellen sichtbar; ῥύαξ ist das vulkanische Phänomen von seiner bedeutendsten Seite, dem Lavastrom, gefaßt. Daher der Ausdruck: die ῥύακες des Aetna. Aristot. Mirab. Ausc. T. II. p. 833 sect. 38 Bekker; Thucyd. III, 116; Theophr. de Lap. 22 p. 427 Schneider; Diod. V, 6 und XIV, 59, wo die merkwürdigen Worte: viele nahe am Meer unfern dem Aetna geligenen Orte wurden zu Grunde gerichtet ὑπὸ τοῦ καλουμένου ῥύακος;“ Strabo VI p. 269, XIII p. 628, und von dem berühmten Glühschlamme der Lelantischen Ebene auf Euböa I p. 58 Casaub.; endlich Appian. de bello civili V, 114. Der Tadel, welchen Aristoteles (Meteor. II. 2, 19) über die geognostischen Phantasien im Phädon ausspricht, bezieht sich eigentlich nur auf die Quellen der Flüsse, welche die Oberfläche der Erde durchströmen. Auffallend muß uns die von Plato so bestimmt ausgesprochene Ansicht sein, nach der „feuchte Schlammauswürfe in Sicilien den Glühströmen (Lavaströmen) vorhergehen.“ Beobachtungen am Aetna können dazu wohl keine Veranlassung gegeben haben, wenn gleich Rapilli und Asche, während des vulkanisch-electrischen Gewitters am Eruptionskrater, mit geschmolzenem Schnee und Wasser breiartig gemischt, für ausgeworfenen Schlamm zu halten wären. Wahrscheinlicher ist es wohl, daß bei Plato die feuchten Schlammströme (ὑγροῦ πηλοῦ ποταμοί) eine dunkle Erinnerung der Salsen (Schlammvulkane von Agrigent sind, die mit großem Getöse Letten auswerfen und deren ich schon oben (An. S.116) erwähnt habe. Unter den vielen verlorenen Schriften des Theophrast ist in dieser Hinsicht der Verlust des Buches „von dem vulkanischen Strom in Sicilien,“ (περὶ ῥύακος τοῦ ἐν Σικελίᾳ), dessen Diog. Laert. V, 39 gedenkt, zu beklagen.

tischen Verschiedenheiten, ist sehr scharfsinnig und charakteristisch auf zwei Classen zurückgeführt worden: auf Central- und Reihen-Vulkane, „je nachdem dieselben den Mittelpunkt vieler, fast gleichmäßig nach allen Seiten hin wirkender Ausbrüche bilden, oder in Einer Richtung, wenig von einander entfernt, liegen, gleichsam als Essen auf einer langgedehnten Spalte. Die Reihenvulkane sind wiederum zweierlei Art. Entweder erheben sie sich als einzelne Kegel-Inseln von dem Grunde des Meeres, und es läuft ihnen meist zur Seite, in derselben Richtung, ein primitives Gebirge, dessen Fuß sie zu bezeichnen scheinen, oder die Reihenvulkane stehen auf dem höchsten Rücken dieser Gebirgsreihe und bilden die Gipfel selbst."*) Der Pic von Teneriffa z. B. ist ein Centralvulkan, der Mittelpunkt der vulkanischen Gruppe, von welchem die Ausbrüche von Palma und Lancerote herzuleiten sind. Die lange, mauerartig fortlaufende, bald einfache, bald in zwei und drei parallele Ketten getheilte und dann durch schmale Querjöcher gegliederte Andeskette bietet vom südlichen Chili bis zur Nordwestküste von Amerika die großartigste Erscheinung des Auftretens von Reihenvulkanen in einem Festlande dar. In der Andeskette verkündigt sich die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewisser Gebirgsarten (Dolerit, Melaphyr, Trachyt, Andesit, Diorit-Porphyr), welche die sogenannten uranfänglichen, wie die schiefrigen und sandsteinartigen Uebergangsschichten und die Flözformationen trennen. Ein solches immer wiederkehrendes Phänomen hatte früh in mir die Ueberzeugung angeregt, daß jene sporadischen Gebirgsarten der Sitz vulkanischer Erscheinungen wären, und daß sie die vulkanischen Ausbrüche bedingten. Am Fuß des mächtigen Tunguragua, bei Penipe (an den Ufern des Rio Puela), sah ich zum ersten Male und deutlich einen Glimmerschiefer, der auf Granit ruht, vom vulkanischen Gestein durchbrochen.

Auch die Reihenvulkane des Neuen Continents sind theilweise, wo sie nahe liegen, in gegenseitiger Abhängigkeit von einander; ja man sieht seit Jahrhunderten sich die vulkanische Thätigkeit in gewissen Richtungen (in der Provinz Quito von Norden nach Süden†) allmälig fortbewegen. Der Heerd selbst liegt unter dem ganzen Hochlande dieser Provinz; die einzelnen Verbindungs-Oeffnungen mit der Atmosphäre sind die Berge, welche wir, mit besonderen Namen, als Vulkane von Pichincha, Cotopari oder Tunguragua bezeichnen, und die durch ihre Gruppirung, wie durch Höhe und Gestaltung den erhabensten und malerischsten Anblick darbieten, der irgendwo in einer vulkanischen Landschaft auf einem schmalen Raume zu finden ist. Da die äußersten Glieder solcher Gruppen von Reihenvulkanen durch unterirdische Communicationen mit einander verbunden sind, wie vielfache Erfahrungen lehren, so erinnert diese Thatsache an Seneca's alten und wahren Ausspruch‡), daß „der Feuerberg nur der Weg der tiefer liegenden vulkanischen Kräfte sei." Auch im mexicanischen Hochlande scheinen die Vulkane (Orizaba, Popocatepetl, Jorullo, Colima), von denen ich nachgewiesen||), daß sie alle in Einer Richtung zwischen 18°

---

*) Leopold von Buch, Physikal. Beschreib. der Canarischen Inseln S. 326—407. Ich zweifle, daß man, wie der geistreiche Charles Darwin zu wollen scheint (Geological Observations on the Volcanic Islands 1844 p. 127), Central-Vulkane im Allgemeinen als Reihen-Vulkane von kurzer Ausdehnung auf parallelen Spalten betrachten könne. Schon Friedrich Hoffmann glaubte in der Gruppe der Liparischen Inseln, die er so trefflich beschrieben und in der zwei Eruptionsspalten sich bei Panaria kreuzen, ein Zwischenglied zwischen den zwei Haupt-Erscheinungsweisen der Vulkane, den von Leopold von Buch erkannten Central- und Reihen-Vulkanen, zu finden (Poggend Ann. der Physik Bd. XXVI. S. 81—88).

†) Humboldt, Geognost. Beob. über die Vulkane des Hochlandes von Quito, in Poggend. Annalen Bd. XXXVI. S. 194.

‡) Seneca, indem er sehr treffend von der problematischen Erniedrigung des Aetna spricht, sagt in dem 79sten Briefe: „Potest hoc accidere, non quia montis altitudo desedit, sed quia ignis evanuit et minus vehemens ac largus effertur: ob eandem causam, fumo quoque per diem segniore. Neutrum autem incredibile est, nec montem qui devoretur quotidie minui, nec ignem non manere eundem; quia non ipse ex se est, sed in aliqua inferna valle conceptus exaestuat et alibi pascitur: in ipso monte non alimentum habet sed viam." (Ed. Ruhkopfiana T. III. p. 32.) Die unterirdische Verbindung „durch Hohlgänge" zwischen den Vulkanen von Sicilien, den Liparen, den Pithecusen (Ischia) und dem Vesuv, von dem man vermuthen darf, er habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt," ist von Strabo vollkommen erkannt worden (lib. I. p. 247 und 248). Er nennt die ganze Gegend „unterfeurig."

||) Humboldt, Essai polit. sur la Nouv. Espagne T. II. p. 173—175.

59′ und 19° 12′ nördl. Breite liegen, eine Querspalte von Meer zu Meer und eine Abhängigkeit von einander anzudeuten. Der Vulkan von Jorullo ist den 29. September 1759 genau in dieser Richtung, auf derselben Querspalte ausgebrochen, und zu einer Höhe von 1580 Fuß über der umherliegenden Ebene emporgestiegen. Der Berg gab nur einmal einen Erguß von Lava, genau wie der Epomeo auf Ischia im Jahr 1302.

Wenn aber auch der Jorullo, von jedem thätigen Vulkan zwanzig Meilen entfernt, im eigentlichsten Sinne des Worts ein neuer Berg ist, so darf man ihn doch nicht mit der Erscheinung des Monte Nuovo (19. Sept. 1538) bei Puzzuolo verwechseln, welcher den Erhebungskratern beigezählt wird. Naturgemäßer glaube ich schon ehemals den Ausbruch des neu entstandenen mexicanischen Vulkans mit der vulkanischen Hebung des Hügels von Methone (jetzt Methana) auf der trözenischen Halbinsel verglichen zu haben. Diese, von Strabo und Pausanias beschriebene Hebung hat einen der phantasiereichsten römischen Dichter veranlaßt, Ansichten zu entwickeln, welche mit denen der neueren Geognosie auf eine merkwürdige Art übereinstimmen. „Einen Tumulus sieht man bei Trözene, schroff und baumlos; einst eine Ebene, jetzt einen Berg. Die in finstern Höhlen eingeschlossenen Dämpfe suchen vergebens eine Spalte als Ausweg. Da schwillt durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der sich dehnende Boden wie eine luftgefüllte Blase empor; er schwillt wie das Fell eines zweigehörnten Bockes. Die Erhebung ist dem Orte geblieben, und der hoch emporragende Hügel hat sich im Laufe der Zeit zu einer nackten Felsmasse erhärtet.“ So malerisch und, wie analoge Erscheinungen uns zu glauben berichtigen, zugleich auch so wahr schildert Ovidius die große Naturbegebenheit, die sich zwischen Trözene und Epidaurus, da wo Rußegger noch Trachyt-Durchbrüche gefunden, 282 Jahre vor unserer Zeitrechnung, also 45 Jahre vor der vulkanischen Trennung von Thera (Santorin) und Therasia, ereignete*).

Unter den Eruptions-Inseln, welche den Reihenvulkanen zugehören, ist Santorin die wichtigste. „Sie vereinigt in sich die ganze Geschichte der Erhebungs-Inseln. Seit vollen 2000 Jahren, so weit Geschichte und Tradition reicht, haben die Versuche†) der Natur nicht aufgehört, in der Mitte des Erhebungskraters einen Vulkan zu bilden.“ Aehnliche

---

*) Ueber den Ausbruch von Methone Ovidius (Metamorph. XV, 296—306):

Est prope Pitheam tumulus Troezena sine ullis
Arduus arboribus, quondam planissima campi
Area, nunc tumulus: nam—res horrenda relatu—
Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis,
Exspirare aliqua cupiens, luctataque frustra
Liberiore frui coelo, cum carcere rima
Nulla foret toto nec pervia flatibus esset,
Extentam tumefecit humum; ceu spiritus oris
Tendere vesicam solet, aut direpta bicorni
Terga capro. Tumor ille loci permansit, et alti
Collis habet speciem, longoque induruit aevo.

Diese geognostisch so wichtige Schilderung einer glockenförmigen Hebung auf dem Continent stimmt merkwürdig mit dem überein, was Aristoteles (Meteor. II. 8, 17—19) über die Hebung einer Eruptionsinsel berichtet. „Das Erdbeben der Erde hört nicht eher auf, als bis jener Wind (ἄνεμος), welcher die Erschütterung verursacht, in der Erdrinde ausgebrochen ist. So ist es vor kurzem zu Heraclea im Pontus geschehen und vormals in Hiera, einer der äolischen Inseln. In dieser nämlich ist ein Theil der Erde aufgeschwollen und hat sich mit Getöse zu einem Hügel erhoben, so lange bis der mächtig treibende Hauch (πνεῦμα) einen Ausweg fand und Funken und Asche ausstieß, welche die nahe Stadt der Liparäer bedeckte und selbst bis zu einigen Städten Italiens gelangte.“ In dieser Beschreibung ist das blasenförmige Auftreiben der Erdrinde (ein Stadium, in welchem viele Trachytberge dauernd verbleiben) von dem Ausbruche selbst sehr wohl unterschieden. Auch Strabo (lib. I. p. 59 Casaub.) beschreibt das Phänomen von Methone: „bei der Stadt im Hermionischen Busen geschah ein flammender Ausbruch; ein Feuerberg ward emporgehoben, sieben (?) Stadien hoch, am Tage unzugänglich vor Hitze und Schwefelgeruch, aber des Nachts wohlriechend (?), und so erhitzend, daß das Meer siedete fünf Stadien weit, und trube war wohl auf zwanzig Stadien, auch durch abgerissene Felsenstücke verschüttet wurde.“ Ueber die jetzige mineralogische Beschaffenheit der Halbinsel Methana s. Fiedler, Reise durch Griechenland Th. I. S. 257—263.

†) Leop. von Buch, Physik. Beschr. der Canar. Inseln S. 356—358, und besonders die französische Uebersetzung dieses trefflichen Werkes, S. 402; auch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 183. Eine submarine Insel war wieder in der neuesten Zeit im Erscheinen begriffen im Krater von Santorin. Um das Jahr 1810 war diese Insel noch 15 Brassen unter der Oberfläche des Meeres, aber 1830 nur 3—4 Brassen. Sie erhebt sich steil, wie ein großer Zapfen, aus dem Meeresgrund, und die fortdauernde unterirdische Thätigkeit des unterseeischen Kraters offenbart sich auch dadurch, daß, wie bei Methana zu Wromolimni, hier in der östlichen Bucht von Neo Kammeni schwefelsaure Dämpfe sich dem Meerwasser beimischen. Mit Kupfer beschlagene Schiffe legen sich in der Bucht vor Anker, damit in kurzer Zeit auf natürlichem (d. i. vulkanischem) Wege der Kupferbeschlag gereinigt und wiederum glänzend werde. (Virlet im Bulletin de la Société géologique de France T. III. p. 109, und Fiedler, Reise durch Griechenland Th. II. S. 469 und 584.)

insulare Hebungen, und dazu noch fast in regelmäßiger Wiederkehr von 80 oder 90 Jahren*) offenbaren sich bei der Insel San Miguel in der Gruppe der Azoren; doch ist der Meeresgrund hier nicht ganz an denselben Punkten gehoben worden. Die von Capitän Tillard benannte Insel Sabrina ist leider zu einer Zeit erschienen (30. Januar 1811), wo der politische Zustand der seefahrenden Völker im Westen von Europa wissenschaftlichen Instituten nicht erlaubt hat, diesem großen Ereigniß die Aufmerksamkeit zu schenken, welche später, in dem Meere von Sicilien (2. Juli 1831), der neuen und bald wieder zertrümmerten Feuerinsel Ferdinandea, zwischen der Kalkstein-Küste von Sciacca und der rein vulkanischen Pantellaria, zu Theil wurde†).

Die geographische Vertheilung der Vulkane, welche in historischen Zeiten thätig geblieben sind, hat bei der großen Zahl von Insel- und Küsten-Vulkanen, wie bei den noch immer sich von Zeit zu Zeit, wenn auch nur ephemer, darbietenden Ausbrüchen im Meeresgrunde, früh den Glauben erzeugt, als stehe die vulkanische Thätigkeit in Verbindung mit der Nähe des Meeres, als könne sie ohne dieselbe nicht fortdauern. „Viele Jahrhunderte schon," sagt Justinus‡), oder vielmehr Trogus Pompejus, dem er nachschreibt, „brennen der Aetna und die äolischen Inseln; und wie wäre diese lange Dauer möglich, wenn nicht das nahe Meer dem Feuer Nahrung gäbe?" Um die Nothwendigkeit der Meeresnähe zu erklären, hat man selbst in den neueren Zeiten die Hypothese des Eindringens des Meerwassers in den Heerd der Vulkane, d. h. in tiefliegende Erdschichten, aufgestellt. Wenn ich alles zusammenfasse, was ich der eignen Anschauung oder fleißig gesammelten Thatsachen entnehmen kann, so scheint mir in dieser verwickelten Untersuchung alles auf den Fragen zu beruhen: ob die unläugbar große Masse von Wasserdämpfen, welche die Vulkane, selbst im Zustande der Ruhe, aushauchen, dem mit Salzen geschwängerten Meerwasser oder nicht vielmehr den sogenannten süßen Meteorwassern ihren Ursprung verdanken; ob bei verschiedener Tiefe des vulkanischen Heerdes (z. B. bei einer Tiefe von 88000 Fuß, wo die Expansivkraft des Wasserdampfes an 2800 Atmosphären beträgt) die Expansivkraft der erzeugten Dämpfe dem hydrostatischen Drucke des Meeres das Gleichgewicht halten und den freien Zutritt des Meeres zu dem Heerde unter ge-

---

*) Erscheinungen der neuen Insel bei der azorischen Insel San Miguel: 11. Jun. 1638, 31. Dec. 1719, 13. Jun. 1811.

†) Prévost im Bulletin de la Société géologique T. II. p. 34; Friedrich Hoffmann, Hinterlassene Werke Bd. II. S. 451—456.

‡) „Accedunt vicini et perpetui Aetnae montis ignes et insularum Aeolidum, veluti ipsis undis alatur incendium; neque enim aliter durare tot seculis tantus ignis potuisset, nisi humoris nutrimentis aleretur." (Justin. Hist. Philipp. IV, 1.) Die vulkanische Theorie, mit welcher hier die physische Beschreibung von Sicilien anhebt, ist sehr verwickelt. Tiefe Lager von Schwefel und Harz; ein sehr dünner, höhlenreicher, leicht zerspaltener Boden; starke Bewegung der Meereswogen, welche, indem sie zusammenschlagen, die Luft (den Wind) mit hinabziehen, um das Feuer anzuschüren: sind die Elemente der Theorie des Trogus. Da er (Plin. XI, 52) als Physiognomiker auch die Gesichtszüge des Menschen deutete, so darf man vermuthen, daß er in seinen vielen für uns verlorenen Schriften nicht bloß als Historiker auftrat. Die Ansicht, nach welcher Luft in das Innere der Erde hinabgedrängt wird, um dort auf die vulkanische Esse zu wirken, hing übrigens bei den Alten mit Betrachtungen über den Einfluß der verschiedenen Windesrichtung auf die Intensität des Feuers, das im Aetna, in Hiera und Stromboli lodert, zusammen (s. die merkwürdige Stelle des Strabo lib. 6 p. 275 und 276). Die Berginsel Stromboli (Strongyle) galt deshalb für den Sitz des Aeolus, „des Verwalters der Winde," da die Schiffenden nach der Heftigkeit der vulkanischen Ausbrüche von Stromboli das Wetter vorherverkündigten. Ein solcher Zusammenhang der Ausbrüche eines kleinen Vulkans mit dem Barometerstande und der Windrichtung (Leop. von Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 334; Hoffmann in Poggend. Ann. Bd. XXVI. S. 8) wird noch jetzt allgemein anerkannt, so wenig auch, nach unsrer jetzigen Kenntniß der vulkanischen Erscheinungen, und den so geringen Veränderungen des Luft-Druckes, die unsere Winde begleiten, eine genügende Erklärung gegeben werden kann. — Bembo, als Jüngling in Sicilien von geflüchteten Griechen erzogen, erzählt anmuthig seine Wanderungen und stellt im Aetna Dialogus (in der Mitte des 16ten Jahrhunderts) die Theorie von dem Eindringen des Meerwassers in den Heerd der Vulkane und von der nothwendigen Meeresnähe der letzteren auf. Es wird bei Besteigung des Aetna folgende Frage aufgeworfen: explana potius nobis quae petimus, ea incendia unde oriantur et orta quomodo perdurent? In omni tellure nuspiam majores fistulae aut meatus ampliores sunt quam in locis, quae vel mari vicina sunt, vel a mari protinus alluuntur: mare erodit illa facillime pergitque in viscera terrae. Itaque cum in aliena regna sibi viam faciat, ventis etiam facit; ex quo fit, ut loca quaeque maritima maxime terrae motibus subjecta sint, parum mediterranea. Habes quum in sulfuris venas venti furentes inciderint, unde incendia oriantur Aetnae tuae. Vides, quae mare in radicibus habeat, quae sulfurea sit, quae cavernosa, quae a mari aliquando perforata ventos admiserit aestuantes, per quos idonea flammae materies incenderetur.

wissen Bedingungen*) gestatten könne; ob die vielen metallischen Chlorüren, ja die Entstehung des Kochsalzes in den Kraterspalten, ob die oftmalige Beimischung von Hydrochlorsäure in den Wasserdämpfen nothwendig auf jenen Zutritt des Meerwassers schließen lassen; ob die Ruhe der Vulkane (die temporäre, oder die endliche und völlige Ruhe) von der Verstopfung der Canäle abhänge, welche vorher die Meer- oder Meteorwasser zuführten, oder ob nicht vielmehr der Mangel von Flammen und von ausgehauchten Hydrogen (das geschwefelte Wasserstoffgas ist mehr den Solfataren als den thätigen Vulkanen eigen) mit der Annahme großer Massen zersetzten Wassers in offenbarem Widerspruch stehe?

Die Erörterung so wichtiger physikalischer Fragen gehört nicht in den Entwurf eines Naturgemäldes. Wir verweilen hier bei der Angabe der Erscheinungen, bei dem Thatsächlichen in der geographischen Vertheilung der noch entzündeten Vulkane. Dieser lehrt, daß in der neuen Welt drei derselben, der Jorullo, der Popocatepetl und der Volcan de la Fragua, 20, 33 und 39 geographische Meilen von der Meeresküste entfernt sind; ja daß in Central-Asien, worauf Abel-Rémusat†) die Geognosten zuerst aufmerksam gemacht hat, eine große vulkanische Gebirgskette, der Thianschan (Himmelsgebirge), mit dem lavaspeienden Pe-schan, der Solfatare von Urumtsi und dem noch brennenden Feuerberge (Ho-tscheu) von Turfan, fast in gleicher Entfernung (370—382 Meilen) von dem Littoral des Eismeeres und dem des indischen Oceans liege. Der Abstand des Pe-schan vom caspischen Meere ist auch noch volle 340 Meilen; von den großen Seen Issikul und Balkasch ist er 43 und 52 Meilen‡). Merkwürdig scheint dabei, daß sich von den vier großen parallelen Gebirgsketten, dem Altai, dem Thian-schan, dem Kuen-lün und dem Himalaya, welche den asiatischen Continent von Osten nach Westen durchstreichen, nicht die einem Ocean nähere Gebirgskette (der Himalaya), sondern die zwei inneren (der Thian-schan und Kuen-lün), in 400 und 180 Meilen Entfernung vom Meere, feuerspeiend, wie der Aetna und Vesuv, Ammoniak erzeugend, wie die Vulkane von Guatimala, gezeigt haben. Die chinesischen Schriftsteller beschreiben auf das unverkennbarste in den Rauch- und Flammenausbrüchen des Pe-schan, die im ersten und siebenten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung die Umgegend verheerten, 10 Li lange Lavaströme. „Brennende Steinmassen," sagen sie, „flossen dünn wie geschmolzenes Fett." Die hier zusammengedrängten, bisher nicht genug beachteten Thatsachen machen es wahrscheinlich, daß Meeresnähe und das Eindringen von Meerwasser in den Heerd der Vulkane nicht unbedingt nothwendig zum Ausbrechen des unterirdischen Feuers sei; und daß das Littoral dieses Ausbrechen wohl nur deshalb befördere, weil es den Rand des tiefen Meerbeckens bildet, welches, von Wasserschichten bedeckt, einen geringeren Widerstand leistet und viele tausend Fuß tiefer liegt, als das innere und höhere Festland.

Die jetzt thätigen, durch permanente Krater gleichzeitig mit dem Inneren des Erdkörpers und mit dem Luftkreise communicirenden Vulkane haben sich zu einer so späten Epoche eröffnet, daß damals die obersten Kreideschichten und alle Tertiärgebilde schon vorhanden waren. Dies bezeugen die Trachyt-Eruptionen, auch die Basalte, welche oft die Wände der Erhebungskrater bilden. Melaphyre reichen bis in die mittleren Tertiärschichten, fangen aber schon an, sich zu zeigen unter der Jura-Formation, indem sie den bunten Sandstein durchbrechen‖). Mit den jetzt durch Krater thätigen Vulkanen sind die früheren Ergießun-

*) Vergl. Gay-Lussac, sur les Volcans, in den Annales de Chimie T. XXII. p. 427; und Bischof, Wärmelehre S. 272. Auf Rückwirkungen des vulkanischen Heerdes durch die spannenden Wassersäulen, wenn nämlich die Expansivkraft der Dämpfe den hydrostatischen Druck überwindet, lassen uns die Ausbrüche von Rauch und Wasserdämpfen schließen, die man zu verschiedenen Zeiten um Lancerote, Island und die kurilischen Inseln während der Eruption benachbarter Vulkane gesehen hat.

†) Abel-Rémusat, Lettre à Mr. Cordier in den Annales des Mines T. V. p. 137.

‡) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 30—33, 38—52, 70—80 und 426—428. Das Dasein thätiger Vulkane in Kordofan, in 135 Meilen Entfernung vom rothen Meere, ist von Rüppell (Reisen in Nubien 1829 S. 151) neuerdings geläugnet worden.

‖) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Explication de la Carte géologique de la France T. I. p. 89.

rung charakterisirt, steigt in der Steppe bald in kleinen, kaum 6 bis 8 Fuß hohen, halbkugelförmigen Hügeln, bald in basaltähnlichen Kuppen auf, die am Fuße zu zwei entgegengesetzten Seiten wie in schmale mauerförmige Ergießungen ausgehen*). In den Cataracten des Orinoco, wie am Fichtelgebirge (Seißen), in Galicien und zwischen der Südsee und der Hochebene von Mexiko (an dem Papagallo) habe ich den Granit in großen abgeplatteten Kugeln gesehen, die wie Basalt sich in concentrisch abgesonderte Stücke spalten. Im Irtysch-Thale zwischen Buchtarminsk und Ustkamenogorsk bedeckt der Granit eine Meile lang den Uebergangs-Thonschiefer †), und dringt in denselben von oben in schmalen, vielgetheilten, sich auskeilenden Gängen ein. Ich habe diese Einzelheiten beispielsweise nur deshalb angeführt, um an einer weit verbreiteten Gebirgsart den individuellen Charakter der Eruptionsgesteine zu bezeichnen. So wie der Granit in Sibirien und im Departement de Finisterre (Ile de Mihau) den Schiefer, so bedeckt er in den Bergen von Oisons (Fermonts) den Jurakalkstein, in Sachsen bei Weinböhla den Syenit und mittelst dieses Gesteins die Kreide ‡). Im Jural bei Mursinsk ist der Granit drusig, und diese Drusen sind, wie bei Spalten und Drusen neuer vulkanischer Erzeugnisse, der plutonische Sitz vieler prachtvollen Krystalle, besonders von Beryllen und Topasen.

Quarz-Porphyre, den Lagerungsverhältnissen nach oft gangförmiger Natur. Die sogenannte Grundmasse ist meist ein feinkörniges Gemenge derselben Elemente, welche als größere eingewachsene Krystalle auftreten. Im granitartigen Porphyr, der sehr arm an Quarz ist, wird die feldspathartige Grundmasse fast körnig blättrig ||).

Grünsteine, Diorite, körnige Gemenge von weißem Albit und schwärzlichgrüner Hornblende, zu Dioritporphyren gestaltet, wenn eine Grundmasse von dichterem Gewebe vorhanden ist, in der die Krystalle ausgeschieden liegen. Diese Grünsteine, bald rein, bald durch Diallage-Blätter, die sie einschließen (Fichtelgebirge), in Serpentin übergehend, sind bisweilen lagerartig auf den alten Schichtungsklüften des grünen Thonschiefers in diesen eingedrungen; öfters aber durchsetzen sie gangartig das Gestein, oder erscheinen als Grünstein-Kugeln, ganz den Basalt- und Porphyr-Kugeln analog ¶).

Hypersthenfels, ein körniges Gemenge von Labrador und Hypersthen.

Euphotid und Serpentin, statt des Diallags bisweilen Augit- und Uralit-Krystalle enthaltend und so einem anderen häufigeren, und ich möchte sagen noch thätigeren Eruptionsgestein, dem Augitporphyr, nahe verwandt **).

Melaphyr, Augit-, Uralit- und Oligoklas-Porphyre. Zu letzteren gehört der als Kunstmaterial so berühmte ächte Verde antico.

Basalt mit Olivin und in Säuren gelatinirenden Bestandtheilen, Phonolith (Porphyrschiefer), Trachyt und Dolerit; das zweite dieser Gesteine immer, das erste nur theilweise in dünne Tafeln gespalten, was beiden auf großen Strecken das Ansehen der Schichtung giebt. In der Zusammensetzung und dem innigen Gewebe des Basalts bilden, nach Girard, Mesotyp und Nephelin einen wichtigen Theil. Der Nephelin-Gehalt des Basaltes mahnt den Geognosten an den, mit Granit verwechselten, bisweilen

*) S. die Abbildung des Biri-tau, den ich von der Südseite gezeichnet, wo Kirghisen-Zelte standen, in Rose Bd. I. S. 584. — Ueber Granitkugeln mit schalig abgesonderten Stücken s. Humboldt, Rel. hist. T. II. p. 597 und Essai géogn. sur le Gisement des Roches p. 78.

†) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 299—311, und die Zeichnungen in Rose's Reise Bd. I. S. 611, in welchen man die von Leopold von Buch als charakteristisch bezeichnete Krümmung der Granitschalen wiederfindet.

‡) Diese merkwürdige Auflagerung wurde zuerst beschrieben von Weiß in Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen Bd. XVI. 1827 S. 5.

||) Dufrénoy et Élie de Beaumont, Géologie de la France T. I. p. 130.

¶) Eine wichtige Rolle spielen diese eingelagerten Diorite bei Steben in dem Nailaer Bergrevier, in einer Gegend, an welche, so lange ich dort im vorigen Jahrhundert mit der Vorrichtung des Grubenbaues beschäftigt war, die frohesten Erinnerungen meines Jugendalters geknüpft sind. Vergl. Friedr. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XVI. S. 558.

**) Im südlichen und Baschkiren-Ural; Rose, Reise Bd. II. S. 171.

[illegible], Basalt, und Lava vom Aetna) nach Verschiedenheit des Drucks, [illegible] olzen werden, oder der Dauer ihrer Abkühlung, entweder, bei schnellem [illegible] rzes Glas von gleichartigem Bruche oder, bei langsamer Abkühlung, [illegible] e von körnigem, krystallinischem Gefüge geben. Die Krystalle haben [illegible] Höhlungen, theils von der Grundmasse umschlossen gebildet. Dasselbe [illegible] e Betrachtung ist für die Natur des Eruptionsgesteins oder für die Um- [illegible] e es erregt, von großer Wichtigkeit) liefert die verschiedenartigsten Bil- [illegible] aure Kalkerde, unter starkem Drucke geschmolzen, verliert ihren Gehalt an [illegible] ; die erkaltete Masse wird körniger Kalkstein, salinischer Marmor. [illegible] ation auf trocknem Wege; auf nassem Wege entsteht sowohl Kalkspath als [illegible] r bei einem geringeren, letzterer bei einem höheren Wärmegrade*). Nach [illegible] schiedenheiten ordnen sich anders und anders die fest werdenden Theile in [illegible] chtungen zur Krystallbildung an einander, ja es verändert sich die Form [illegible] stalle†). Es giebt dabei, ohne daß ein flüssiger Zustand eintritt, unter ge- [illegible] ltnissen eine Verschiebbarkeit‡) der kleinsten Theile eines Körpers, die sich [illegible] Wirkungen äußert. Die Erscheinungen, welche die Entglasung, die Erzeu- [illegible] ment- und Gußstahls, der Uebergang des fasrigen Gewebes des Eisens in [illegible] h erhöhte Temperatur||), vielleicht selbst durch sehr kleine, aber gleichmäßige [illegible] rtgesetzte Erschütterungen, darbieten, werfen ebenfalls Licht auf die geologischen Metamorphose. Wärme kann in krystallisirten Körpern sogar entgegengesetzte [illegible] gleichzeitig hervorrufen; denn nach Mitscherlich's schönen Versuchen¶) ist es [illegible] ache, daß der Kalkspath, ohne seinen Aggregatzustand zu ändern, sich in Einer [illegible] ng ausdehnt, in einer anderen zusammenzieht.

[illegible] wir von diesen allgemeinen Betrachtungen zu einzelnen Beispielen übergehn, so [illegible] zuerst den Schiefer durch die Nähe plutonischer Eruptionsgesteine in blauschwarz- [illegible] en Dachschiefer umgewandelt. Die Schichtungsklüfte sind dann, was eine spätere [illegible] ung andeutet**), durch ein anderes System von Klüften (Nebenabsonderungen), [illegible] ie ersteren fast senkrecht schneiden, unterbrochen. Durch Eindringen von Kieselsäure [illegible] r Thonschiefer von Quarztrümmern durchsetzt, in Wetzschiefer und Kieselschiefer [illegible] en bisweilen kohlenstoffhaltig und dann galvanisch nervenreizend) theilweise verän- [illegible] Der höchste Grad der Verkieselung††) des Schiefers ist aber ein edles Kunst- [illegible] ial, der Band-Jaspis, im Uralgebirge durch Berührung und Ausbruch des [illegible] tporphyrs (Orsk), des Dioritporphyrs (Auschkul) oder eines in Kugeln geballten [illegible] ersthengesteins (Bogoslowsk) hervorgebracht; in der Insel Elba (Monte Serrato) nach [illegible] drich Hoffmann und im Toscanischen nach Alexander Brongniart durch Contact mit [illegible] photid und Serpentin.

Die Berührung und plutonische Einwirkung des Granits machen (wie wir, Gustav [illegible] ose und ich, im Altai innerhalb der Festung Buchtarminsk‡‡) beobachtet haben) den Thon- [illegible] hiefer körnig und lassen ihn in eine granitähnliche Masse (in ein Gemenge von Feldspath

---

*) Gustav Rose in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XLII. S. 364.

†) Ueber die Dimorphie des Schwefels in Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie § 55—63.

‡) Siehe über Gyps als einarigen Krystall, schwefelsaure Bittererde, Zink und Nickel-Oxyde Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XI. S. 328.

||) Coste, Versuche im Creusot über das brüchig werden des Stabeisens, in Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 411.

¶) Mitscherlich über die Ausdehnung der krystallisirten Körper durch die Wärme in Poggend. Ann. Bd. X. S. 151.

**) Ueber doppelte Schichtungsklüfte s. Elie de Beaumont. Géologie de la France p. 41; Credner, Geognosie Thüringens und des Harzes S. 40; Römer, das Rheinische Uebergangs-Gebirge 1844 S. 5 und 9.

††) Mit Zusatz von Thon, Kalkerde und Kali, nicht eine bloße durch Eisenoxyd gefärbte Kieselsäure; Rose, Reise Bd. II. S. 187. Ueber die Jaspis-Entstehung durch Dioritporphyr, Augitgestein und Hypersthenfels s. Rose Bd. II. S. 179, 187 und 192. Vergl. auch Bd. I. S. 427, wo die Porphyrkugeln abgebildet sind, zwischen denen der Jaspis im kalkhaltigen Grauwackengebirge von Bogoslowsk ebenfalls als Folge der plutonischen Einwirkung des Augitgesteins auftritt; Bd. II. S. 545, wie Humboldt, Asie centrale T. I. p. 486.

‡‡) Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 586–588.



Brücke von Boscampo und in der durch den Grafen Mazari Pencati berühmt gewordenen Cascade von Canzocoli (Tyrol) in theilweis gebogenen Schichten*) berührt. Eine andere Art der Umwandlung ist die, wo alle Schichten des dichten Kalksteins durch Einwirkung von Granit, Syenit oder Dioritporphyr in körnigen Kalkstein umgeändert sind†).

Es sei hier erlaubt, noch speciell des parischen und carrarischen Marmors zu erwähnen, welche für die edelsten Werke der Bildhauerkunst so wichtig geworden sind und unsern geognostischen Sammlungen nur zu lange als Haupttypen uranfänglichen Kalksteins gedient haben. Die Wirkungen des Granits offenbaren sich nämlich theils durch unmittelbare Berührung, wie in den Pyrenäen‡), theils wie im Continent von Griechenland und in den Inselreihen des ägäischen Meeres, gleichsam durch die Zwischenschichten von Gneiß oder Glimmerschiefer hindurch. Beides setzt einen gleichzeitigen, aber verschiedenartigen Proceß der Gesteinumwandlung voraus. In Attika, auf Euböa und im Peloponnes ist bemerkt worden, „daß der Regel nach der dem Glimmerschiefer aufgelagerte Kalkstein um so schöner und krystallinischer ist, als sich der Glimmerschiefer ausgezeichnet reiner, d. h. minder thonhaltig, zeigt.“ Diese letzte Gebirgsart, so wie auch Gneißschichten treten an vielen tiefen Punkten von Paros und Antiparos hervor.“||) Wenn nach einer von Origenes erhaltenen Notiz des alten Eleaten Xenophanes von Kolophon¶), der sich die ganze Erdrinde als einst von Meere bedeckt vorstellte, in den Steinbrüchen von Syracus Versteinerungen von Seeproducten und in dem tiefsten der Felsen von Paros der „Abdruck von einem kleinen Fisch“ (einer Sardelle) gefunden wurden, so könnte man an das Uebrigbleiben einer dort nicht ganz metamorphosirten Flözschicht glauben. Der, schön vor dem Augusteischen Zeitalter benutzte Marmor von Carrara (Luna), die Hauptquelle des statuarischen Kunstmaterials, so lange die Brüche von Paros nicht wieder eröffnet werden, ist eine durch plutonische Kräfte umgewandelte Schicht desselben Kreidesandsteins (macigno), welcher in der inselförmig aufsteigenden Alp Apuana zwischen gneißähnlichem Glimmer und Talkschiefer austritt**). Ob an einzelnen Punkten auch in dem Innern der Erde körniger Kalk gebildet und, gangartig Spalten ausfüllend (Auerbach an der Bergstraße), an die Oberfläche durch Gneiß und Syenit††) emporgedrungen ist; darüber darf ich mir, schon wegen des Mangels eigener Ansicht, kein Urtheil erlauben.

Unter aller Einwirkung eines massigen Eruptionsgesteins auf dichte Kalkschichten bieten aber, nach Leopolds von Buch scharfsinnigen Beobachtungen, den merkwürdigsten Proceß

---

*) Humboldt, Lettre à Mr. Brochant de Villiers in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIII. p. 261; Leop. von Buch, Geogn. Briefe über das südliche Tyrol S. 101, 105 und 273.

†) Ueber die Umwandlung des dichten Kalksteins in körnigen durch Granit in den Pyrenäen (Montagne de Rancie) s. Dufrénoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 440, und in den Montagnes de l'Oisans s. Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 379 — 415; durch Diorit- und Pyroxen-Porphyre (Ophite; Elie de Beaumont, Géol. de la France T. I. p. 72) zwischen Tolosa und St. Sebastian s. Dufrénoy in Mém. géol. T. II. p. 130; durch Syenit in der Insel Skye, wo in dem veränderten Kalkstein sogar noch Versteinerungen sichtbar geblieben sind, H. von Dechen, Geognosie S. 573. In der Umwandlung der Kreide durch Berührung mit Basalt ist die Verschiebung der kleinsten Theile, bei Entstehung der Krystalle und bei dem Körnigwerden, um so merkwürdiger, als nach Ehrenberg's scharfsinnigen microscopischen Untersuchungen die Kreidetheilchen vorher gegliederte Ringe bilden. S. Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXXIX. S. 105, und über die Ringe des aus Auflösungen niedergeschlagenen Aragonits Gustav Rose daselbst Bd. XLII. S. 354.

‡) Lager körnigen Kalksteins im Granit am Port d'Oo und in Mont de Labourd. S. Charpentier, Constitution géologique des Pyrénées p. 144, 146.

||) Leop. von Buch, Descr. des Canaries p. 394; Fiedler, Reise durch das Königreich Griechenland Th. II. S. 181, 190 und 516.

¶) Ich habe der merkwürdigen Stelle in Origenes Philosophumena cap. 14 (Opera ed. Delarue T. I. p. 893) schon an einem anderen Orte erwähnt. Nach dem ganzen Zusammenhange ist es sehr unwahrscheinlich, daß Xenophanes einen Lorbeer-Abdruck (τύπον δάφνης) statt eines Fisch-Abdrucks (τύπον ἀφύης) gemeint habe. Delarue tadelt mit Unrecht die Correction des Jacob Gronovius, welcher den Lorbeer in eine Sardelle umgewandelt hat. Die Fisch-Versteinerung ist doch wahrscheinlicher als das natürliche Silensbild, welches die Steinbrecher aus den parischen Marmorbrüchen (des Berges Marpessos, Serv. ad Virg. Aen. VI, 471) wollen herausgespalten haben (Plin. XXXVI, 5).

**) Ueber die geognostischen Verhältnisse der Mondstadt Carrara (Stadt Selene's, Strabo lib. V. p. 222) s. Savi Osservazioni sui terreni antichi Toscani in dem Nuovo Giornale de Letterati di Pisa No. 63, und Hoffmann in Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. VI. S. 258—263, wie auch dessen Geogn. Reise durch Italien S. 244—265.

††) Nach der Annahme eines vortrefflichen und sehr erfahrenen Beobachters, Karls von Leonhard; siehe dessen Jahrbuch für Mineralogie 1834 S. 329 und Bernhard Cotta, Geognosie S. 310.

en, Equisetaceen und tropische Farn; aber von den thierischen Organis
rbar zusammen Crustaceen (Trilobiten mit Netzaugen und Calymenen
pirifor, Orthis), die zierlichen Sphäroniten, welche den Crinoiden nah
atiten aus den Cephalopoden, Stein-Corallen, und mit diesen nieder
Fische von wunderbarer Gestalt in oberen silurischen Schichten. Di
Familie der Cephalaspiden, aus welcher Fragmente der Gattung I
Trilobiten gehalten wurden, gehören dem devonischen Gebilde (Old
an; und zeigen, nach Agassiz, in der Reihe der Fischformen einen so
us als Ichthyosauren und Plesiosauren unter den Reptilien †). Aus
niten beginnen die Goniatiten ‡) ebenfalls in dem Uebergangskalk un
devonischen Schichten, ja selbst in den letzten silurischen.
hängigkeit physiologischer Abstufung von dem Alter der Formationen,
Lagerung der wirbellosen Thiere wenig erkannt worden ist ||), o
egelmäßigste in den Vertebraten oder Wirbelthieren selbst. Die äl
wie wir eben gesehen, die Fische; dann folgen nach der Reihe der F
lteren zu den oberen übergehend, Reptilien und Säugethiere. Das
er, Monitor nach Cuvier), das schon die Aufmerksamkeit von Leibnitz
Kupferschieferflöz des Zechsteins in Thüringen; mit ihm von gle
ison, Paläosaurus und Thecodontosaurus von Bristol. Die Saur
elkalk**), im Keuper und in der Juraformation, wo sie ihr Maximu
ieser Formation lebten: Plesiosauren mit 30 Wirbel langem Sch
saurus, ein crocodilartiges Ungeheuer von 45 Fuß Länge und mit
eres Landsäugethier, 8 Arten großäugiger Ichthyosauren, der Geos
's Lacerta gigantea, endlich 7 scheußlich wunderbare Pterodactyl
t einer Flughaut. In der Kreide nimmt die Zahl der crocodilar
; doch bezeichnen diese Epoche das sogenannte Crocodil von
s von Conybeare) und das colossale, vielleicht grasfressende
um jetzigen Geschlechte der Crocodile gehören, hat Cuvier bis in
ufsteigen sehen; ja Scheuchzer's Sündfluth-Mensch (homo
her Salamander, mit dem Axolotl verwandt, welchen ich aus der
ebracht, gehört der neuesten Süßwasser-Formation von Oeningen
ive Alter der Organismen, durch die Auflagerung der Gebirgsschicht
gen Resultaten über die Verhältnisse geführt, welche zwischen den
noch lebenden Geschlechtern und Arten (letztere, die Arten, in se
t werden. Alte und neue Beobachtungen erweisen, daß die Flore
erschiedener von den jetzigen Gestalten der Pflanzen und Thiere
nationen zu den unteren, d. h. älteren, gehören. Die numerisch
iese große von Cuvier ‡‡) zuerst aufgeklärte Wechselerscheinung des

---

Gebirgsformationen von Rußland 1840
Monographie des Poissons fossiles
Rouge p. VI und 4.
Buch in den Abhandl. der Berl. Akad.
38; Beyrich, Beitr. zur Kenntniß
Uebergangsgebirges 1837 S. 45.
Recherches sur les Poissons fossiles
XVIII (Davy, Consolations in
).
nn von Meyer ein Protosaurus.
Sauriers, die angeblich dem Bergkalk
on Northumberland angehörte (Herm.
alaeologika S. 299), ist nach Lyell
ol. I. p. 148) sehr zweifelhaft. Der
reibt sie Alluvialschichten zu, welche
en.

**) F. von Alberti, Monograph
Sandsteins, Muschelkalks und Keupers
und 314.

††) Siehe die scharfsinnigen Betracht
mann v. Meyer über die Organisation
Saurier in Palaeologica S. 228—252.
steinerten Exemplar des Pterodactylus
welcher wie der länger berühmte P. long
thocephalus, Sömmering) zu Solenhof
phischen Schiefer der oberen Juraform
worden ist, hat Professor Goldfuß selb
Flughäute „mit den Abdrücken der gekrü
gen, hier und da zolllangen Haare des Fe

‡‡) Cuvier, Recherches sur les O
siles T. I. p. LII—LVII (vergl. auch
Zeit-Scale in Phillips, Geology 1
185).

und Glimmer, in welchem wieder größere Glimmerblätter*) liegen) übergehen. „Da zwischen dem Eismeere und dem finnischen Meerbusen aller Gneiß aus silurischen Schichten der Transitions-Formation durch Einwirkung des Granits entstanden und umgewandelt worden ist, kann jetzt, wie Leopold von Buch sich ausdrückt, als eine allen Geognoste geläufige und von den meisten für bewährt angenommene Hypothese gelten. In den Alpe am Gotthard wird Kreide-Mergel ebenfalls durch Granit erst zu Glimmerschiefer, dann z Gneiß umgewandelt."†) Aehnliche Erscheinungen der Gneiß- und Glimmerschieferbildun durch Granit bieten sich dar: in der Oolithen-Gruppe der Tarantaise‡), wo Belemnite sich in Gesteinen gefunden haben, die selbst schon auf den Namen des Glimmerschiefer Anspruch machen können; in der Schiefergruppe des westlichen Theils der Insel Elba un fern dem Vorgebirge Calamita, und in dem baireuther Fichtelgebirge||) zwischen Lomi und Markleiten.

So wie ein den Alten in großen Massen nicht zugängliches Kunstmaterial¶), der Jaspi das Erzeugniß einer vulkanischen Einwirkung des Augitporphyrs ist; kann ein andere von ihnen so vielfach und glücklich angewandtes Kunstmaterial, der körnige (salinische Marmor, ebenfalls nur als eine durch Erdwärme und Nähe eines heißen Eruptionsgestein veränderte Sedimentschicht betrachtet werden. Genaue Beobachtung der Contactphänomen und die merkwürdigen Schmelzversuche von Sir James Hall, die nun schon über ein halbes Jahrhundert alt sind und neben der ernsten Erforschung der Granitgänge am meiste zur frühen Begründung unsrer jetzigen Geognosie beigetragen haben, rechtfertigen ein solche Behauptung. Bisweilen hat das Eruptionsgestein den dichten Kalk nur in eine gewissen der Berührung nahen Zone in körnigen Kalkstein verwandelt. So zeigt sich ein partielle Umwandlung (wie ein Halbschatten) in Irland (Belfast), wo Basaltgänge di Kreide durchsetzen; so in dem dichten Flözkalkstein, den ein syenitartiger Granit an de

---

*) Für die vulkanische Entstehung des Glimmers ist es wichtig zu erinnern, daß Glimmerkrystalle sich finden: im Basalt des böhmischen Mittelgebirges, in der Lava des Vesuvs von 1822 (Monticelli, Storia del Vesuvio negli anni 1821 e 1822 § 99), in Thonschiefer-Bruchstücken, die am Hohenfels unweit Gerolstein in der Eifel von schlackigem Basalt umwickelt sind (s. Mitscherlich in Leonhard, Basalt-Gebilde S. 244). Ueber ein Entstehen des Feldspaths im Thonschiefer durch Contact des Porphyrs zwischen Urval und Poïet (Forez) s. Dufrénoy in Géol. de la France T. I. p. 137. Einem ähnlichen Contact sollen in der Bretagne bei Paimpol (T. I. p. 234) die Schiefer einen mandelsteinartigen und zelligen Charakter verdanken, dessen Ansicht bei einer geognostischen Fußreise mit Professor Kunth in diese interessante Gegend mich sehr in Erstaunen gesetzt hat.

†) Leopold von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem J. 1842 S. 63 und in den Jahrbüchern für wissenschaftliche Kritik Jahrg. 1840 S. 196.

‡) Elie de Beaumont in den Annales des Sciences naturelles T. XV. p. 362—372: „En se rapprochant des masses primitives du Mont Rose et des montagnes situées à l'ouest de Coni, on voit les couches secondaires perdre de plus en plus les caractères inhérents à leur mode de dépôt. Souvent alors elles en prennent qui semblent provenir d'une toute autre cause, sans perdre pour cela leur stratification, rappelant par cette disposition la structure physique d'un tison à moitié charbonné dans lequel on peut suivre les traces des fibres ligneuses, bien au-delà des points qui présentent encore les caractères mutuels du bois." (Vergl. auch Annales des Sciences naturelles T. XIV. p. 118—122 und H. von Dechen, Geognosie S. 553.) Zu den auffallendsten Beweisen der Umwandlung des Gesteins durch plutonische Einwirkung gehören die Belemniten in den Schiefern von Nuffenen (Alpenthal von Eginen und Gries Gletscher), wie die Belemniten in sogenanntem uran fänglichen Kalkstein, welche Hr. v. Charpentier am wes lichen Abhange des Col de Seigne, zwischen der En clove de Monjovet und der Alpenhütte de la Lanchett gefunden (Annales de Chimie T. XXIII. p. 262) un mir in Bex im Herbst 1822 gezeigt hat.

||) Hoffmann in Poggend. Annalen Bd. XV S. 552. „Schichten von Transitions-Thonschiefer de Fichtelgebirges, die in einer Länge von 4 Meilen ver folgt werden können und nur an beiden Extremen, w sie mit dem Granite in Berührung kommen, in Gnei umgewandelt sind. Man verfolgt dort die allmälig Gneißbildung, die innere Entwicklung des Glimmer und der Feldspathmandeln im Thonschiefer, der ja ohne dies fast alle Elemente dieser Substanzen enthält."

¶) In dem, was uns von den Kunstwerken des grie chischen und römischen Alterthums übrig geblieben i bemerkt man den Mangel von Jaspis-Säulen und gr ßen Gefäßen aus Jaspis, die jetzt allein das Uralgebir liefert. Was man als Jaspis von dem Rhabarberberg (Revennaja Sopka) im Altai bearbeitet, gehört zu e nem gestreiften prachtvollen Porphyr. Der Nam Jaspis, aus den semitischen Sprachen übertragen, schei sich nach den verwirrten Beschreibungen des Theophra stus (de Lap. 23 und 27) und Plinius (XXXVI 8 und 9), welcher den Jaspis unter den undurchsicht gen Gemmen aufführt, auf Fragmente von Jasp chat und sogenanntem Opaljaspis zu beziehen, die d Alten Jaspopal nannten. Daher glaubt Plini schon als ein seltenes Beispiel der Größe ein 11zöllige Stück Jaspis aus eigener Ansicht anführen zu müsse „magnitudinem jaspidis undecim unciarum vid mus, formatamque inde effigiem Neronis thorac tam." Nach Theophrastus ist der Stein, den er Sma ragd nennt und aus dem große Obelisken geschnitt werden, nichts anders als ein unreifer Jaspis.

Brücke von Boscampo und in der durch den Grafen Mazari Pencati berühmt gewordenen Cascade von Canzocoli (Tyrol) in theilweis gebogenen Schichten*) berührt. Eine andere Art der Umwandlung ist die, wo alle Schichten des dichten Kalksteins durch Einwirkung von Granit, Syenit oder Dioritporphyr in körnigen Kalkstein umgeändert sind†).

Es sei hier erlaubt, noch speciell des parischen und carrarischen Marmors zu erwähnen, welche für die edelsten Werke der Bildhauerkunst so wichtig geworden sind und unsern geognostischen Sammlungen nur zu lange als Haupttypen uranfänglichen Kalksteins gedient haben. Die Wirkungen des Granits offenbaren sich nämlich theils durch unmittelbare Berührung, wie in den Pyrenäen‡), theils wie im Continent von Griechenland und in den Inselreihen des ägäischen Meeres, gleichsam durch die Zwischenschichten von Gneiß oder Glimmerschiefer hindurch. Beides setzt einen gleichzeitigen, aber verschiedenartigen Proceß der Gesteinumwandlung voraus. In Attika, auf Euböa und im Peloponnes ist bemerkt worden, „daß der Regel nach der dem Glimmerschiefer aufgelagerte Kalkstein um so schöner und krystallinischer ist, als sich der Glimmerschiefer ausgezeichnet reiner, d. h. minder thonhaltig, zeigt.“ Diese letzte Gebirgsart, so wie auch Gneißschichten treten an vielen tiefen Punkten von Paros und Antiparos hervor.“||) Wenn nach einer von Origenes erhaltenen Notiz des alten Eleaten Xenophanes von Kolophon¶), der sich die ganze Erdrinde als einst vom Meere bedeckt vorstellte, in den Steinbrüchen von Syracus Versteinerungen von Seeproducten und in dem tiefsten der Felsen von Paros der „Abdruck von einem kleinen Fisch“ (einer Sardelle) gefunden wurden, so könnte man an das Uebrigbleiben einer dort nicht ganz metamorphosirten Flözschicht glauben. Der, schön vor dem Augusteischen Zeitalter benutzte Marmor von Carrara (Luna), die Hauptquelle des statuarischen Kunstmaterials, so lange die Brüche von Paros nicht wieder eröffnet werden, ist eine durch plutonische Kräfte umgewandelte Schicht desselben Kreidesandsteins (macigno), welcher in der inselförmig aufsteigenden Alp Apuana zwischen gneißähnlichem Glimmer und Talkschiefer auftritt**). Ob an einzelnen Punkten auch in dem Innern der Erde körniger Kalk gebildet und, gangartig Spalten ausfüllend (Auerbach an der Bergstraße), an die Oberfläche durch Gneiß und Syenit††) emporgedrungen ist; darüber darf ich mir, schon wegen des Mangels eigener Ansicht, kein Urtheil erlauben.

Unter aller Einwirkung eines massigen Eruptionsgesteins auf dichte Kalkschichten bieten aber, nach Leopolds von Buch scharfsinnigen Beobachtungen, den merkwürdigsten Proceß

*) Humboldt, Lettre à Mr. Brochant de Villiers in den Annales de Chimie et de Physique T. XXIII. p. 261; Leop. von Buch, Geogn. Briefe über das südliche Tyrol S. 101, 105 und 273.

†) Ueber die Umwandlung des dichten Kalksteins in körnigen durch Granit in den Pyrenäen (Montagne de Rancie) s. Dufrénoy in den Mémoires géologiques T. II. p. 440, und in den Montagnes de l'Oisans s. Elie de Beaumont, Mém. géol. T. II. p. 379—415; durch Diorit- und Pyroxen-Porphyre (Ophite; Elie de Beaumont, Géol. de la France T. I. p. 72) zwischen Tolosa und St. Sebastian s. Dufrénoy in Mém. géol. T. II. p. 130; durch Syenit in der Insel Skye, wo in dem veränderten Kalkstein sogar noch Versteinerungen sichtbar geblieben sind, H. von Dechen, Geognosie S. 573. In der Umwandlung der Kreide durch Berührung mit Basalt ist die Verschiebung der kleinsten Theile, bei Entstehung der Krystalle und bei dem Körnigwerden, um so merkwürdiger, als nach Ehrenberg's scharfsinnigen microscopischen Untersuchungen die Kreidetheilchen vorher gegliederte Ringe bilden. S. Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXXIX. S. 105, und über die Ringe des aus Auflösungen niedergeschlagenen Aragonits Gustav Rose daselbst Bd. XLII. S. 354.

‡) Lager körnigen Kalksteins im Granit am Port d'Oo und in Mont de Labourd. S. Charpentier, Constitution géologique des Pyrénées p. 144, 146.

||) Leop. von Buch, Descr. des Canaries p. 394; Fiedler, Reise durch das Königreich Griechenland Th. II. S. 181, 190 und 516.

¶) Ich habe der merkwürdigen Stelle in Origenes Philosophumena cap. 14 (Opera ed. Delarue T. I. p. 893) schon an einem anderen Orte erwähnt. Nach dem ganzen Zusammenhange ist es sehr unwahrscheinlich, daß Xenophanes einen Lorbeer-Abdruck (τύπον δάφνης) statt eines Fisch-Abdrucks (τύπον ἀφύης) gemeint habe. Delarue tadelt mit Unrecht die Correction des Jacob Gronovius, welcher den Lorbeer in eine Sardelle umgewandelt hat. Die Fisch-Versteinerung ist doch wahrscheinlicher als das natürliche Silensbild, welches die Steinbrecher aus den parischen Marmorbrüchen (des Berges Marpessos, Serv. ad Virg. Aen. VI, 471) wollen herausgespalten haben (Plin. XXXVI, 5).

**) Ueber die geognostischen Verhältnisse der Mondstadt Carrara (Stadt Selene's, Strabo lib. V. p. 222) s. Savi Osservazioni sui terreni antichi Toscani in dem Nuovo Giornale de Letterati di Pisa No. 63, und Hoffmann in Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. VI. S. 258—263, wie auch dessen Geogn. Reise durch Italien S. 244—265.

††) Nach der Annahme eines vortrefflichen und sehr erfahrenen Beobachters, Karls von Leonhard; siehe dessen Jahrbuch für Mineralogie 1834 S. 329 und Bernhard Cotta, Geognosie S. 310.

'andel begünstigenden Massen, habe ich am Vesuv in dem Rande des Kraters
An beiden Abhängen der Pyrenäen ist der Zusammenhang des Diroit-
n-?) Gesteins mit dem Auftreten der Dolomite, des Gypses und des Stein-
-u bezweifeln*). Alles verkündigt in den hier geschilderten Erscheinungen die
unterirdischer Mächte auf Sedimentschichten des alten Meeres.

.u Quarzlager von ungeheurer Mächtigkeit, welche für die Andeskette†) von
so charakteristisch sind (ich habe, von Caramarca gegen Guangamarca hin nach
herabsteigend, Quarzmassen sieben- bis achttausend Fuß mächtig gefunden),
..thselhafter Entstehung; sie ruhen bald auf quarzlosem Porphyr, bald auf Dio-
Wurden sie aus Sandstein umgewandelt, wie Elie de Beaumont es von
.zschichten am Col de la Poissonnière‡) (östlich von Briançon) vermuthet?
.ien, in den neuerlichst von Clausen so genau untersuchten Diamant-Districten
.as Geraes und St. Paul, haben plutonische Kräfte auf Dioritgängen bald ge-
.n Glimmer, bald Eisenglimmer in dem Quarz-Itacolumit entwickelt. Die
.ten von Grammagoa sind in Schichten fester Kieselsäure enthalten; bisweilen lie-
.n Glimmerblättchen umhüllt, ganz wie die im Glimmerschiefer entstandenen Gra-
Die nördlichsten aller Diamanten, die seit 1829 unter 58° Breite, am europäischen
des Urals, entdeckten, stehen auch in geognostischen Verhältnissen zum schwarzen
nstoffhaltigen Dolomit||) von Adolfskoi, wie zum Augitporphyr, die durch
Beobachtungen noch nicht hinlänglich aufgeklärt sind.

.r die denkwürdigsten Contactphänomene gehört endlich noch die Granatbildung
.nschiefer bei Berührung mit Basalt und Doleritgestein (Northumberland und Insel
.ea), wie die Erzeugung einer großen Menge schöner und sehr verschiedenartiger Kry-
(Granat, Vesuvian, Augit und Ceylanit), welche an den Berührungsflächen von
.ons- und Sedimentgestein, an der Grenze des Monzon-Syenits mit Dolomit und
.Kalkstein sich entwickeln¶). In der Insel Elba haben Serpentinstein-Massen, welche
.ht nirgends so deutlich als Eruptions-Gebirgsarten erscheinen, in den Klüften eines
.sandsteins die Sublimation von Eisenglanz und Rotheisenstein**) bewirkt. Densel-
.senglanz sehen wir noch täglich am Kraterrande und in frischen Lavaströmen des
.s von Stromboli, des Vesuvs und des Aetna sich aus der Dampfform an den Spalt-
.n offner Gänge sublimiren††). Wie hier durch vulkanische Kräfte sich Gangmassen
.unsern Augen bilden, da wo das Nebengestein schon zu einem Zustande der Starr-
.langt ist; so haben auf eine ähnliche Weise in den früheren Revolutionen der Erd-
Gestein- und Erzgänge überall entstehen können, wo die feste, aber noch dünne
des Plan[illegible] durch Erdstöße erschüttert, bei Volumveränderung im Erkalten
.t und [illegible] mehrfache Verbindungen mit dem Inneren, mehrfache Auswege
[illegible] und Metallstoffen geschwängerte Dämpfe darbot. Die den Sahl-
[illegible]se Anordnung der Gemengtheile, die regelmäßige Wiederholung
[illegible] beiden Seiten (im Hangenden und Liegenden des Ganges), ja die
[illegible]nten Höhlungen der Mitte bezeugten oft recht unmittelbar den

---

[illegible]res géologiques T.
[illegible]
[illegible]n. sur le Gisement
[illegible] T. III p. 532.
[illegible]en Annales des Sci-
[illegible] Murchison, Si-
[illegible]
[illegible]al Bd. I. S. 364 und
[illegible]
[illegible]e S. 109—129. Vergl.
[illegible]ber Contact des Granits
. géol. T. II. p. 408.
S. 30 und 37.

††) Ueber den chemischen Hergang eines Bildungsprocesses des Eisenglanzes s. Gay-Lussac in den Annales de Chimie T. XXII. p. 415 und Mitscherlich in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 630. Auch in den Höhlungen des Obsidians vom Cerro del Jacal, den ich aus Mexico mitgebracht, haben sich (wahrscheinlich aus Dämpfen) Olivin-Krystalle niedergeschlagen (Gustav Rose in Poggend. Ann. Bd. X. S. 323). Es kommt demnach Olivin vor: in Basalt, in Lava, in Obsidian, in künstlichen Schlacken, in Meteorsteinen, im Syenit von Elfdalen und (als Hyalosiderit) in der Wacke vom Kaiserstuhle.

ngshaltigen Schichten bieten uns, in ihren Grabstätten erhal-
die Faunen der verflossenen Jahrtausende dar. Wir steigen
indem wir, die räumlichen Lagerungsverhältnisse ergründend,
abwärts dringen. Ein hingeschwundenes Thier- und Pflanzenleben
. Weit verbreitete Erdrevolutionen, die Erhebung großer Bergket-
ter wir zu bestimmen vermögen, bezeichnen den Untergang alter Or-
en neuer. Einige wenige der älteren erscheinen noch eine Zeit lang
n der Eingeschränktheit unsres Wissens vom Werden, in der Bilder-
ngeschränktheit verbergen soll, nennen wir neue Schöpfungen
nene des Wechsels in den Organismen, wie in der Bewohnung der
hobenen trockenen Bodens. Bald sind diese untergegangenen orga-
rhalten, vollständig bis in die kleinsten Gewebe, Hüllen und geglie-
at das laufende Thier, auf feuchtem Thonletten fortschreitend, nur
Coprolithen die Reste unverdauter Nahrung hinterlassen. In der
Lias von Lyme Regis) ist die Erhaltung des Dintenbeutels *) der
ollkommen, daß dieselbe Materie, welche vor Myriaden von Jahren
n können, um sich vor seinen Feinden zu verbergen, noch die Farbe
er sein Bild entworfen wird. In andern Schichten ist oft nur der
Muschelschale übrig geblieben; und doch kann diese, von Reisenden
de mitgebracht, wenn sie eine Leitmuschel †) ist, lehren, welche
dort vorfindet, mit welchen anderen organischen Resten sie vergesell-
ählt die Geschichte des Landes.

Studium des alten Thier- und Pflanzenlebens hat eine zwiefache
t eine rein morphologische, und vorzugsweise der Naturbeschreibung
Organismen zugewandt; sie füllt durch untergegangene Bildungen
e der jetzt noch belebten aus. Die zweite Richtung ist eine geogno-
en Reste in ihrem Verhältniß zu dem Auseinanderliegen und relativen
mationen betrachtet. Lange ist die erstere die vorherrschende gewesen,
dige und oberflächliche Vergleichung der Versteinerungen mit
rten hatte auf Irrwege geleitet, deren Spuren noch in den wunder-
gewisser Naturkörper zu entdecken sind. Man wollte in allen unter-
lebenden erkennen, wie nach falschen Analogien man im 16ten Jahr-
s alten und neuen Continents mit einander verwechselte. Peter
nd Blumenbach hatten das Verdienst, durch die wissenschaftliche
en vergleichenden Anatomie den osteologischen Theil der Paläon-
re des organischen Lebens), so weit derselbe die großen fossilen
erst aufzuklären; aber die eigentliche geognostische Ansicht
, die glückliche Verbindung der zoologischen Charaktere mit der
gsfolge der Schichten, verdankt man der großen Arbeit von Georg
Brongniart.

formationen, die des Transitionsgebirges, bieten in den organischen
essen, ein Gemisch von Bildungen, die auf der Stufenleiter der
Entwicklung einen sehr verschiedenen Platz einnehmen.
nur einigen Seetang, Lycopodiaceen, die vielleicht baum-

...ing, welche
...gefunden hat.
...es werden in
...der Menge ge-
...wie Kartoffeln
...gl. Buckland,
...to Natural Theo
...Ueber Hooke's

Hoffnung, to raise a chronology aus dem bloßen Studium zerbrochener und versteinerter Muschelschalen, and to state the intervals of the time, wherein such or such catastrophes and mutations have happened, s. Posth. Works, Lecture Feb. 29, 1688.

†) Leop. von Buch in den Abhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem J. 1837 S. 64.

artig waren, Equisetaceen und tropische Farn; aber von den thierischen Organismen finden wir sonderbar zusammen Crustaceen (Trilobiten mit Netzaugen und Calymenen), Brachiopoden (Spirifer, Orthis), die zierlichen Sphäroniten, welche den Crinoiden nahe stehen *), Orthoceratiten aus den Cephalopoden, Stein-Corallen, und mit diesen niedern Organismen schon Fische von wunderbarer Gestalt in oberen silurischen Schichten. Die schwergepanzerte Familie der Cephalaspiden, aus welcher Fragmente der Gattung Pterichthys lange für Trilobiten gehalten wurden, gehören dem devonischen Gebilde (Old Red) ausschließlich an; und zeigen, nach Agassiz, in der Reihe der Fischformen einen so eigenthümlichen Typus als Ichthyosauren und Plesiosauren unter den Reptilien †). Aus der Gruppe der Ammoniten beginnen die Goniatiten ‡) ebenfalls in dem Uebergangskalk und der Grauwacke der devonischen Schichten, ja selbst in den letzten silurischen.

Die Abhängigkeit physiologischer Abstufung von dem Alter der Formationen, welche bisher in der Lagerung der wirbellosen Thiere wenig erkannt worden ist ||), offenbart sich auf das regelmäßigste in den Vertebraten oder Wirbelthieren selbst. Die ältesten unter diesen sind, wie wir eben gesehen, die Fische; dann folgen nach der Reihe der Formationen, von den unteren zu den oberen übergehend, Reptilien und Säugethiere. Das erste Reptil (ein Saurier, Monitor nach Cuvier), das schon die Aufmerksamkeit von Leibnitz ¶) anregte, zeigt sich im Kupferschieferflöz des Zechsteins in Thüringen; mit ihm von gleichem Alter, nach Murchison, Paläosaurus und Thecodontosaurus von Bristol. Die Saurier nehmen zu im Muschelkalk **), im Keuper und in der Juraformation, wo sie ihr Maximum erreichen. Zur Zeit dieser Formation lebten: Plesiosauren mit 30 Wirbel langem Schwanenhalse, der Megalosaurus, ein crocodilartiges Ungeheuer von 45 Fuß Länge und mit Fußknochen wie ein schweres Landsäugethier, 8 Arten großäugiger Ichthyosauren, der Geosaurus oder Sömmering's Lacerta gigantea, endlich 7 scheußlich wunderbare Pterodactylen ††) oder Saurier mit einer Flughaut. In der Kreide nimmt die Zahl der crocodilartigen Saurier schon ab; doch bezeichnen diese Epoche das sogenannte Crocodil von Mastricht (Mososaurus von Conybeare) und das colossale, vielleicht grasfressende Iguanodon. Thiere, die zum jetzigen Geschlechte der Crocodile gehören, hat Cuvier bis in die Tertiärformation aufsteigen sehen; ja Scheuchzer's Sündfluth-Mensch (homo diluvii testis), ein großer Salamander, mit dem Axolotl verwandt, welchen ich aus den Seen um Mexico mitgebracht, gehört der neuesten Süßwasser-Formation von Oeningen an.

Das relative Alter der Organismen, durch die Auflagerung der Gebirgsschichten bestimmt, hat zu wichtigen Resultaten über die Verhältnisse geführt, welche zwischen den untergegangenen und noch lebenden Geschlechtern und Arten (letztere, die Arten, in sehr geringer Zahl) erkannt werden. Alte und neue Beobachtungen erweisen, daß die Floren und Faunen um so verschiedener von den jetzigen Gestalten der Pflanzen und Thiere sind, als die Sedimentformationen zu den unteren, d. h. älteren, gehören. Die numerischen Verhältnisse, welche diese große von Cuvier ‡‡) zuerst aufgeklärte Wechselerscheinung des organischen

---

*) Derselbe, Gebirgsformationen von Rußland 1840 S. 24—40.

†) Agassiz, Monographie des Poissons fossiles du Vieux Grès Rouge p. VI und 4.

‡) Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 149—168; Beyrich, Beitr. zur Kenntniß des Rheinischen Uebergangsgebirges 1837 S. 45.

||) Agassiz, Recherches sur les Poissons fossiles T. I. Introd. p. XVIII (Davy, Consolations in Travel Dial. III).

¶) Nach Hermann von Meyer ein Protosaurus. Die Rippe eines Sauriers, die angeblich dem Bergkalk (Kohlenkalkstein) von Northumberland angehörte (Herm. von Meyer, Palaeologika S. 299), ist nach Lyell (Geology 1832 Vol. I. p. 148) sehr zweifelhaft. Der Entdecker selbst schreibt sie Alluvialschichten zu, welche den Bergkalk bedecken.

**) F. von Alberti, Monographie des Bunten Sandsteins, Muschelkalks und Keupers 1834 S. 119 und 314.

††) Siehe die scharfsinnigen Betrachtungen von Hermann v. Meyer über die Organisation der fliegenden Saurier in Palaeologica S. 228—252. Auf dem versteinerten Exemplar des Pterodactylus crassirostris, welcher wie der länger berühmte P. longirostris (Ornithocephalus, Sömmering) zu Solenhofen im lithographischen Schiefer der oberen Juraformation gefunden worden ist, hat Professor Goldfuß selbst Spuren der Flughäute „mit den Abdrücken der gekrümmten flockigen, hier und da zollangen Haare des Felles" entdeckt.

‡‡) Cuvier, Recherches sur les Ossemens fossiles T. I. p. LII—LVII (vergl. auch die geologische Zeit-Scale in Phillips, Geology 1837 p. 166—185).

Vorwelt (Colossochelys) Geschlechter unserer Zeit: Elephanten, Rhinoceros und Giraffen; ja, was sehr zu beachten ist, in einer Zone, die heute noch dasselbe tropische Klima genießt, welches man zur Zeit der Mastodonten vermuthen darf*).

Nachdem wir die anorganischen Bildungsstufen der Erdrinde mit den thierischen Resten verglichen haben, welche in derselben begraben liegen, bleibt uns noch übrig einen andern Theil der Geschichte des organischen Lebens zu berühren: den der Vegetations-Epochen, der mit der zunehmenden Größe des trocknen Landes und den Modificationen der Atmosphäre wechselnden Floren. Die ältesten Transitionsschichten zeigen, wie schon oben bemerkt, nur zellige Laubpflanzen des Meeres. Erst in den devonischen Schichten hat man von Gefäßpflanzen einige kryptogamische Formen (Calamiten und Lycopodiaceen) beobachtet†). Nichts scheint zu beweisen, wie man aus theoretischen Ansichten über Einfachheit der ersten Lebensformen hat annehmen wollen, daß das vegetabilische Leben früher als das animalische auf der alten Erde erwacht sei, daß dieses durch jenes bedingt sei. Selbst die Existenz von Menschenstämmen, welche in die eisige Gegend der nordischen Polarländer zurückgedrängt worden sind und allein von Fischfang und Cetaceen leben, mahnt uns an die Möglichkeit der Entbehrung alles Pflanzenstoffes. Nach den devonischen Schichten und dem Bergkalk erscheint ein Gebilde, dessen botanische Zergliederung in der neuesten Zeit so glänzende Fortschritte gemacht hat‡). Die Steinkohlen-Formation umfaßt nicht bloß farnartige cryptogamische Gewächse und phanerogamische Monocotylen (Gräser, yucca-artige Liliengewächse und Palmen), sie enthält auch gymnosperme Dicotyledonen (Coniferen und Cycadeen). Fast 400 Arten sind schon aus der Flor der Steinkohlengebilde bekannt. Wir nennen hier nur die baumartigen Calamiten und Lycopodiaceen, schuppige Lepidodendreen, Sigillarien, bis zu 60 Fuß Länge und bisweilen aufwärts stehend eingewurzelt, und ausgezeichnet durch ein doppeltes Gefäßbündel-System; cactus-ähnliche Stigmarien, eine Unzahl von Farnkräutern, theils als Stämme, theils als Wedel, und durch ihre Menge die noch ganz insuläre Gestalt||) des trockenen Landes andeutend; Cycadeen¶), und besonders Palmen**), in geringer Zahl, Asterophylliten mit quirlförmigen Blättern, den Najaden verwandt, araucarien-artige Coniferen††) mit schwachen Andeutungen von Jahresringen. Die Verschiedenartigkeit des Charakters einer Vegetation, welche auf den trockengelegten und gehobenen Theilen des alten rothen Sandsteins sich üppig entwickelt hat, von der Pflanzenwelt der jetzigen Zeit erhält sich auch in der späteren Vegetationsperiode bis zu den letzten Schichten der Kreide; aber bei großer Fremdartigkeit der Formen zeigt die Steinkohlen-Flora doch eine sehr auffallende einförmige‡‡) Verbreitung derselben Geschlechter (wenn auch nicht immer derselben Arten) in allen Theilen der damaligen Erdoberfläche: in Neu-Holland, Canada, Grönland und ...ville's Insel.

Die Vegetation der Vorwelt bietet vorzugsweise solche Gestalten dar, welche durch gleichge Verwandtschaft mit mehreren Familien der jetzigen Welt daran erinnern, daß mit ihr

---

Journal of the Asiatic Society 1844 No. 15 p.

Beyrich in Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. S. 218.

...urch die trefflichen Arbeiten vom Grafen Stern... ...olph Brongniart, Göppert und Lindley.

...t Brown, Botany of Congo p. 42, ...flichen d'Urville in dem Memoire: ...ion des Fougères sur la surface du

...ehören die vom Grafen Sternberg ent... ...n Corda beschriebenen Cycadeen aus der ...hlenformation zu Radnitz in Böhmen (2 ...ites und Zamites Cordai; s. Göppert, ... in den Arbeiten der Schles. Gesellschaft ...ur im J. 1843 S. 33, 37, 40 und 50). ...berschlesischen Steinkohlen-Formation zu Königshütte ist eine Cycadee, Pterophyllum gonorrhachis Goepp., gefunden worden.

**) Lindley, Fossil Flora No. 15 p. 163.

††) Fossil Coniferae in Buckland, Geology p. 483—490. Herr Witham hat das große Verdienst, die Existenz der Coniferen in der frühen Vegetation des alten Steinkohlengebildes zuerst erkannt zu haben. Vormals wurden fast alle in dieser Formation vorkommenden Holzstämme als Palmen beschrieben. Die Arten des Geschlechts Araucarites sind aber nicht der Steinkohlenformation der britischen Inseln allein eigenthümlich, sie finden sich auch in Oberschlesien.

‡‡) Adolph Brongniart, Prodrome d'une Hist. des Végétaux fossiles p. 179; Buckland, Geology p. 479; Endlicher und Unger, Grundzüge der Botanik 1843 S. 455.

viele Zwischenglieder organischer Entwickelungsstufen untergegangen sind. So stehen, um nur zwei Beispiele anzuführen, die Arten von Lepidodendron nach Lindley zwischen den Coniferen und den Lycopoditen*), dahingegen die Araucariten und Piniten in der Vereinigung der Gefäßbündel etwas fremdartiges zeigen. Bleibt aber auch unsere Betrachtung allein auf die Jetztwelt beschränkt, so ist die Auffindung von Cycadeen und Zapfenbäumen (Coniferen) in der alten Steinkohlen-Flora neben den Sagenarien und dem Lepidodendron doch von großer Bedeutsamkeit. Die Coniferen haben nämlich nicht bloß Verwandtschaft mit den Cupuliferen und den Betulineen, welchen wir sie in der Braunkohlen-Formation beigesellt sehen, sie haben sie auch mit den Lycopoditen. Die Familie der sagu-artigen Cycadeen nähert sich im äußeren Ansehen den Palmen, während sie im Bau der Blüthen und Saamen wesentlich mit den Coniferen übereinstimmt†). Wo mehrere Steinkohlenflöze über einander liegen, sind die Geschlechter und Arten nicht immer gemengt, sondern meist geschlechterweise geordnet: so daß Lycopoditen und gewisse Farnkräuter sich nur in einem Flöze, und Stigmarien und Sigillarien in einem anderen finden. Um sich von der Ueppigkeit des Pflanzenwuchses der Vorwelt und von der durch Strömungen angehäuften Masse des gewiß‡) auf nassem Wege in Kohle verwandelten vegetabilischen Stoffes einen Begriff zu machen, muß man sich erinnern, daß in dem Saarbrücker Kohlengebirge 120 Kohlenlagen über einander liegen, die vielen schwachen, bis gegen einen Fuß dicken, ungerechnet; daß es Kohlenflöze von 30, ja zu Johnstone (Schottland) und im Creuzot (Burgund) von mehr als 50 Fuß Mächtigkeit giebt: während in der Waldregion unserer gemäßigten Zone die Kohle, welche die Waldbäume eines gegebenen Flächenraums enthalten, diesen Raum in 100 Jahren im Durchschnitt nur mit einer Schicht von 7 Linien Dicke bedecken würde||). Nahe der Mündung des Mississippi und in den vom Admiral Wrangel beschriebenen sogenannten hölzernen Bergen des sibirischen Eismeeres findet sich noch jetzt eine solche Zahl von Baumstämmen durch Flußverzweigungen und Meeresströme zusammengetrieben, daß die Schichten des Treibholzes an die Vorgänge mahnen können, welche in den Binnenwassern und Inselbuchten der Vorwelt die Erzeugung der Steinkohlenablagerungen veranlaßten. Dazu verdanken diese Ablagerungen gewiß einen beträchtlichen Theil ihres Materials nicht den großen Baumstämmen, sondern kleinen Gräsern, Laubkräutern und niedrigen Cryptogamen.

Die Zusammenstellung von Palmen und Coniferen, die wir bereits in dem Steinkohlengebilde bezeichnet haben, geht fort fast durch alle Formationen bis tief in die Tertiär-Periode. In der jetzigen Welt scheinen sie sich eher zu fliehen. Wir haben uns, wenn gleich mit Unrecht, so gewöhnt, alle Coniferen als eine nordische Form zu betrachten: daß ich selbst, von den Küsten der Südsee nach Chilpansingo und den Hochthälern von Mexico aufsteigend, in Erstaunen gerieth, als ich zwischen der Venta de la Moxonera und dem Alto de los Caxones (3800 Fuß über dem Meeresspiegel) einen ganzen Tag durch einen dichten

*) „By means of Lepidodendron a better passage is established from Flowering to Flowerless Plants than by either Equisetum or Cycas or any other known genus." Lindley und Hutton, Fossil Flora Vol. II. p. 53.

†) Kunth, Anordnung der Pflanzenfamilien in seinem Handb. der Botanik S. 307 und 314.

‡) Daß Steinkohlen nicht durch Feuer verkohlte Pflanzenfasern sind, sondern sich wahrscheinlich auf nassem Wege, unter Mitwirkung von Schwefelsäure, gebildet haben, beweist auffallend, nach Göppert's scharfsinniger Beobachtung (Karsten, Archiv für Mineralogie Bd. XVIII. S. 530), ein Stück in schwarze Kohle verwandelten Bernsteinbaumes. Die Kohle liegt dicht neben dem ganz unzersetzten Bernstein. Ueber den Antheil, den niedrige Gewächse an der Bildung der Kohlenflöze haben können, s. Link in den Abhandl. der Berliner Akademie der Wissenschaften 1838 S. 38.

||) S. die genaue Arbeit von Chevandier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences 1844. T. XVIII. P. 1. p. 285. Um die 7 Linien dicke Schicht Kohlenstoff mit den Steinkohlenflözen zu vergleichen, muß man noch auf den ungeheuren Druck Rücksicht nehmen, welchen diese Flöze von dem darüber liegenden Gestein erleiden und welcher sich meist in der abgeplatteten Gestalt der unterirdischen Baumstämme offenbart. „Die sogenannten hölzernen Berge an dem südlichen Ufer der 1806 von Sirowatskoi entdeckten Insel Neu-Sibirien bestehen nach Hedenström in einer Höhe von 30 Faden aus horizontalen Schichten von Sandstein, die mit bituminösen Baumstämmen abwechseln. Auf dem Gipfel der Berge stehen die Stämme senkrecht. Die Schicht voll Treibholz ist 5 Werste lang sichtbar." Wrangel, Reise längs der Nordküste von Sibirien in den Jahren 1820—1824 Th. I. S. 102.

[illegible] ritt, in welchem dieser, der Weimuthsfichte so ähnliche Za[illegible] vielfarbigen Papageien bedeckten Fächerpalme*) (Corypha dulcis) [illegible] Eichen, aber keine einzige Pinusart; und das erste Mal, [illegible] Gestalt einer Tanne sah, erschien sie mir in der entfremdenden [illegible]palme. Auch im nordöstlichsten Ende der Insel Cuba†), ebenfalls unter [illegible] kaum über dem Meeresspiegel erhoben, sah auf seiner ersten Entdeckungs[illegible] Columbus Coniferen und Palmen zusammen wachsen. Der sinnige, alles [illegible] merkt es, als eine Sonderbarkeit, in seinem Reisejournale an, und sein [illegible], der Secretär Ferdinands des Catholischen, sagt mit Verwunderung, „daß [illegible] Lande man palmeta und pineta beisammen fände." Es ist für [illegible] von großem Interesse, die jetzige Vertheilung der Pflanzen auf dem Erdbo[illegible] zu vergleichen, welche die Floren der Vorwelt offenbaren. Die temperirte Zone [illegible] Hemisphäre, in welcher Tropenformen sich wunderbar [illegible] Erdstriche mischen, bietet nach Darwin's schönen, lebensfrischen [illegible] Beispiele für alte und neue, vorweltliche und dermalige [illegible]. Die vorweltliche ist im eigentlichen Sinne des Worts ein Theil der [illegible]

[illegible] der Zahl der Arten nach in der Vorwelt eine weit wichtigere Rolle [illegible], begleiten die ihnen verwandten Coniferen von dem Steinkoh[illegible] fehlen fast gänzlich in der Epoche des bunten Sandsteins, in der [illegible] (Voltzia, Haidingera, Albertia) üppig wachsen; die Cy[illegible] in den Keuperschichten und dem Lias, wo an 20 ver[illegible]. In der Kreide herrschen Meerespflanzen und Najaden. Die [illegible] sind dann längst erschöpft, und selbst in den älteren [illegible] hinter den Coniferen und Palmen zurück‡).

[illegible] Braunkohlen-Schichten, die in allen Abtheilungen der Tertiär[illegible] in den frühesten kryptogamische Landpflanzen, einige Pal[illegible] Jahresringen, und Laubhölzer von mehr oder minder [illegible] mittleren tertiären Periode bemerkt man das völlige Zurück[illegible], in der letzten endlich eine große Aehnlichkeit mit der ge[illegible] und in Fülle unsere Fichten und Tannen, unsere [illegible]. Die [illegible]-Stämme der Braunkohle zeichnen sich [illegible] und hohes Alter aus. Bei Bonn wurde ein Stamm [illegible] 792 Jahresringe**) zählte. Im nördlichen Frankreich bei [illegible] der Somme Eichen von 14 Fuß Durchmesser [illegible] Continent außerhalb der Wendekreise sehr auffallend ist. [illegible], welche hoffentlich bald durch Kupfertafeln [illegible] baltische Bernstein von einer Conifere, die, wie

---

[illegible] (Cibao) pinos que no llevan piñas (Tannenzapfen), pero por tal orden compuestos por naturaleza, que los frutos) parecen azeytunas del Axarafe de Sevilla." Der große Pflanzenkenner Richard, als er seine treffliche Abhandlung über Cycadeen und Coniferen herauszab, hatte nicht geahndet, daß vor L'Héritier schon am Ende des 15ten Jahrhunderts Podocarpus von den Abietineen durch einen Seefahrer getrennt worden sei.

‡) Charles Darwin, Journal of the Voyages or the Adventure and Beagle 1839 p. 271.

[illegible]) Göppert beschreibt noch drei Cycadeen (Arten von Cycadites und Pterophyllum) aus dem Braunkohlen-Schieferthon von Altsattel und Commotau in Böhmen, vielleicht aus der Eocänperiode (Göppert in der Anm. S. 146 angeführten Schrift S. 61).

**) Buckland, Geology p. 509.

die vorhandenen Reste des Holzes und der Rinde in verschiedenen Alterszuständen beweisen, unserer Weiß- und Rothtanne am nächsten kam, aber eine eigene Art bildete. Der Bernsteinbaum der Vorwelt (Pinites succifer) hatte einen Harzreichthum, welcher mit dem keiner Conifere der Jetztwelt zu vergleichen ist: da nicht bloß in und auf der Rinde, sondern auch im Holze nach dem Verlauf der Markstrahlen, die, wie die Holzzellen, unter dem Microscope noch deutlich zu erkennen sind, wie peripherisch zwischen den Holzringen große Massen Bernsteinharz, bisweilen weißer und gelber Farbe zugleich, abgelagert sind. Unter den im Bernstein eingeschlossenen Vegetabilien finden sich männliche und weibliche Blüthen von heimischem Nadelholz und Cupuliferen, aber deutliche Fragmente von Thuja, Cupressus, Ephedera und Castania vesca, mit Wachholder und Tannen gemengt, deuten auf eine Vegetation, welche nicht die unsrer Ostseeküsten und der baltischen Ebene ist."

In dem geologischen Theile des Naturgemäldes sind wir nun die ganze Reihe der Bildungen von dem ältesten Eruptionsgestein und den ältesten Sedimentbildungen an bis zu dem Schuttlande durchlaufen, auf welchem die großen Felsblöcke liegen, über deren Verbreitungs-Ursache noch lange gestritten werden wird, die wir aber geneigt sind minder tragenden Eisschollen, als dem Durchbruch und Herabsturz zurückgehaltener Wassermassen bei Hebung der Gebirgsketten zuzuschreiben*). Das älteste Gebilde der Transitions-Formation, das wir kennen gelernt, sind Schiefer und Grauwacke, welche einige Reste von Seetang einschließen aus dem silurischen, einst cambrischen Meere. Worauf ruhte dies sogenannte älteste Gebilde, wenn Gneiß und Glimmerschiefer nur als umgewandelte Sedimentschichten betrachtet werden müssen? Soll man eine Vermuthung wagen über das, was nicht Gegenstand einer wirklichen geognostischen Beobachtung sein kann? Nach einer indischen Urmythe trägt ein Elephant die Erde; er selbst, damit er nicht falle, wird wiederum von einer Riesen-Schildkröte getragen. Worauf die Schildkröte ruhe, ist den gläubigen Brahminen nicht zu fragen erlaubt. Wir wagen uns hier an ein ähnliches Problem, wenn auch mannigfaltigen Tadels der Lösung gewärtig. Bei der ersten Bildung der Planeten, wie wir sie in dem astronomischen Theile des Naturgemäldes wahrscheinlich gemacht, wurden dunstförmige, um die Sonne circulirende Ringe in Kugeln geballt, die von außen nach innen allmälig erstarrten. Was wir die älteren silurischen Schichten nennen, sind nur obere Theile der festen Erdrinde. Das Eruptionsgestein, das wir diese durchbrechen und heben sehen, steigt aus uns unzugänglicher Tiefe empor; es existirt demnach schon unter den silurischen Schichten, aus derselben Association von Mineralien zusammengesetzt, die wir als Gebirgsarten, da wo sie durch den Ausbruch uns sichtbar werden, Granit, Augitfels oder Quarzporphyr nennen. Auf Analogien gestützt, dürfen wir annehmen, daß das, was weite Spalten gleichsam gangartig ausfüllt und die Sedimentschichten durchbricht, nur Zweige eines unteren Lagers sind. Aus den größten Tiefen wirken die noch thätigen Vulkane; und nach den seltenen Fragmenten zu urtheilen, die ich in sehr verschiedenen Erdstrichen in den Lavaströmen habe eingeschlossen gefunden, halte auch ich es für mehr als wahrscheinlich, daß ein uranfängliches Granitgestein die Unterlage †) des großen, mit so vielen organischen Resten angefüllten Schichtenbaues sei. Wenn olivinführende Basalte sich erst in der Kreide-Epoche, Trachyte noch später sich zeigen, so gehören die Ausbrüche des Granits dagegen, wie auch die Producte der Metamorphose es lehren, in die Epoche der ältesten Sedimentschichten der Transitions-Formation. Wo die Erkenntniß nicht aus der unmittelbaren Sinnesanschauung erwachsen kann, ist es wohl erlaubt, auch nach bloßer Induction, wie nach sorgfältiger Vergleichung der Thatsachen

*) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus den J. 1814—1815 S. 161 und in Poggendorff's Annalen Bd. IX. S. 575; Elie de Beaumont in den Annales des Sciences nat. T. XIX. p. 60.

†) Vergl. Elie de Beaumont, Descr. géol. de la France T. I. p. 65; Beudant, Géologie 1844 p. 209.

eine Vermuthung [illegible], die dem alten Granit einen Theil der bedrohten Rechte und den [illegible] wiedergiebt.

[illegible] Geognosie, d. i. die erweiterte Kenntniß von den geogno- [illegible] mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsformatio- [illegible] und Reihefolge der Organismen, die sie enthalten, durch [illegible] Horizontalität der Schichten) charakterisirt [illegible] Causalzusammenhang der Erscheinungen folgend, auf die [illegible] und des Flüssigen, der Continente und der [illegible] Staaten bilden. Wir deuten hier auf einen Verbin- [illegible] und der geographischen Geognosie, auf die Total- [illegible] der Continente. Die Umgrenzung des Starren [illegible] des einen zum anderen ist sehr verschieden gewe- [illegible] geognostischen Epochen: je nachdem Steinkohlenschichten [illegible] Schichten von Bergkalk und alten rothen Sandstein; [illegible] von Keuper und Muschelkalk; Kreide sich an die Ab- [illegible] sedimentarisch angelehnt haben. Nennt man nun mit [illegible] Kreide-Meere die Wasser, unter denen sich Jurakalk [illegible], so bezeichnen die Umrisse der eben genannten For- [illegible] die Grenze zwischen dem noch steinbildenden Ocean und der [illegible] Man hat den sinnreichen Gedanken gehabt, Carten für diesen [illegible] Geographie zu entwerfen: Carten, die vielleicht sicherer [illegible] der Jo oder der homerischen Geographie. Die letzteren [illegible] graphisch dar; die ersteren Thatsachen der positiven [illegible]

[illegible] Untersuchungen über die Raumverhältnisse des trocknen Areals ist: [illegible] in der silurischen und devonischen Transitions-Epoche, wie [illegible] die Trias hinaus, der continentale, mit Landpflanzen bedeckte [illegible] beschränkt war; daß diese Inseln sich in späteren Epochen mit [illegible] langs tiefeingeschnittener Meerbusen viele Landseen umschlossen; [illegible] Gebirgsketten der Pyrenäen, der Apenninen, und die Karpathen em- [illegible] Zeit der älteren Tertiärschichten, große Continente fast schon in [illegible]. In der silurischen Welt, wie in der Epoche der Cycadeen- [illegible] immer mochte, von Pol zu Pol, des trocknen Landes wohl weniger [illegible] in der Südsee und in dem indischen Meere. Wie diese überwie- [illegible] in Gemeinschaft mit anderen Ursachen zur Erhöhung der Temperatur [illegible] Gleichmäßigkeit der Klimate beigetragen hat, wird später entwickelt werden. [illegible] noch in der Betrachtung der allmäligen Vergrößerung (Agglutination) der [illegible] Erdfläche bemerkt werden, daß kurz vor den Umwälzungen, welche, nach [illegible] langen Pausen, in der Diluvial-Periode den plötzlichen Untergang [illegible] Wirbelthiere herbeigeführt haben, ein Theil der jetzigen Continen- [illegible] schon vollkommen von einander getrennt waren. Es herrscht in Südamerika [illegible] Australländern eine große Aehnlichkeit zwischen den dort lebenden und den [illegible] Thieren. In Neu-Holland hat man fossile Reste von Känguruh, in [illegible] halbfossile Knochen eines ungeheuren straußartigen Vogels, Owen's Dinor- [illegible] welcher nahe mit der jetzigen Apteryx, wenig aber mit dem erst spät unterge- [illegible] von der Insel Rodriguez verwandt ist.

[illegible] Gestaltung der Continente verdankt vielleicht großentheils ihre Hebung [illegible] Wasserspiegel der Eruption der Quarzporphyre: einer Eruption, [illegible] Material des Steinkohlengebirges, so gewaltsam er- [illegible] hat. Was wir Flachland der Continente nennen, sind aber nur die breiten Rücken

von Hügeln und Gebirgen, deren Fuß in dem Meeresboden liegt. Jedes Flachland ist nach seinen submarinischen Verhältnissen eine Hochebene, deren Unebenheiten durch neue Sedimentformationen in horizontaler Lage abgesetzt, wie durch angeschwemmtes Schuttland verdeckt werden.

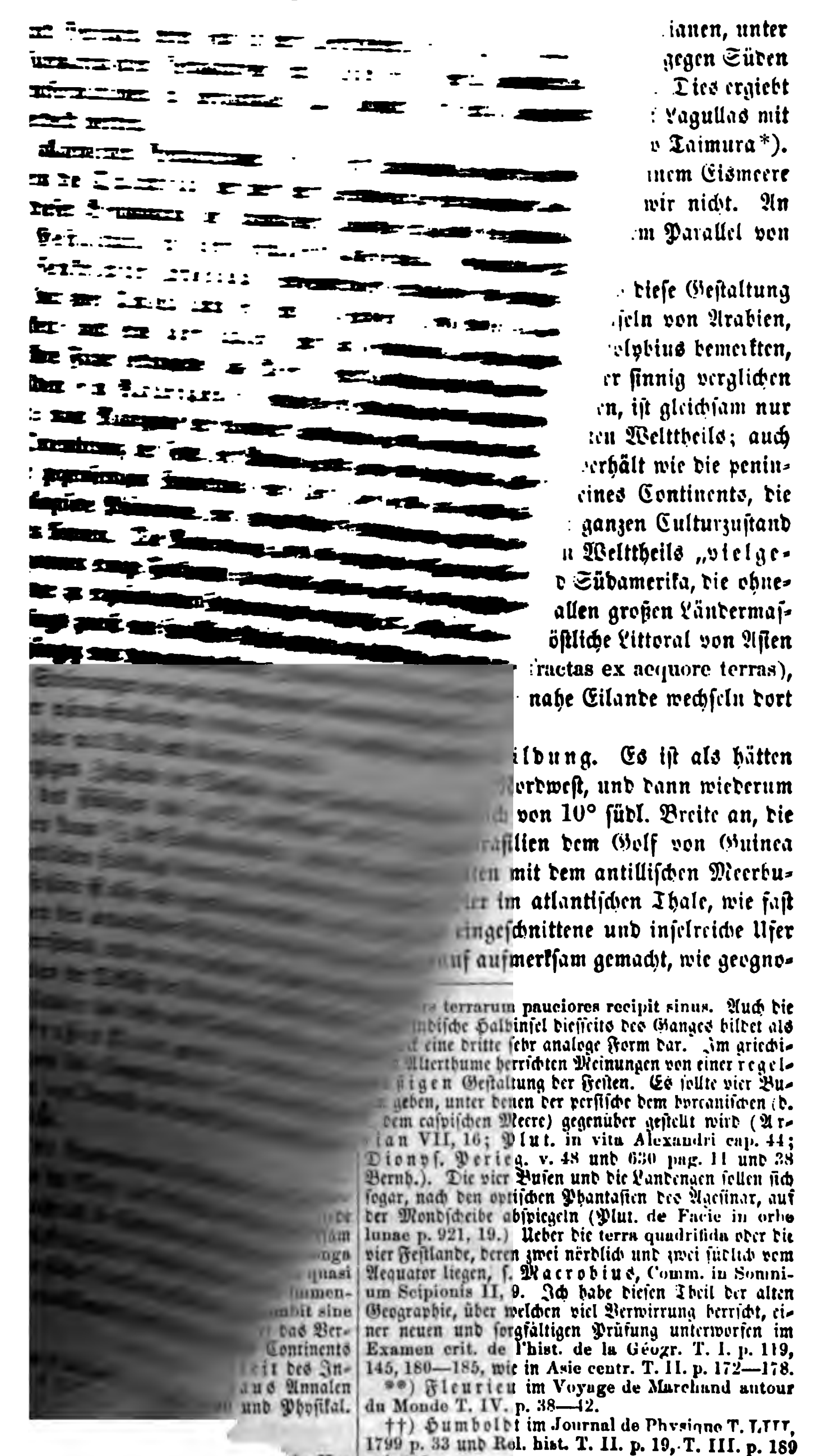
Unter den allgemeinen Betrachtungen, die in ein Naturgemälde gehören, nimmt den ersten Rang ein die Quantität der über dem Meeresspiegel hervorragenden und gehobenen Feste; dieser Bestimmung des räumlichen Maaßes folgt dann die Betrachtung der individuellen Gestaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältnisse) oder in senkrechter Erhebung (hypsometrische Verhältnisse der Gebirgsketten). Unser Planet hat zwei Umhüllungen: eine allgemeine, den Luftkreis, als elastische Flüssigkeit; und eine particuläre, nur local verbreitete, die Feste umgrenzende und dadurch ihre Figur bedingende, das Meer. Beide Umhüllungen des Planeten, Luft und Meer, bilden ein Naturganzes, welches der Erdoberfläche die Verschiedenheit der Klimate giebt: nach Maaßgabe der relativen Ausdehnung von Meer und Land, der Gliederung und Orientirung der Feste, der Richtung und Höhe der Gebirgsketten. Aus dieser Kenntniß der gegenseitigen Einwirkung von Luft, Meer und Land ergiebt sich, daß große meteorologische Phänomene, von geognostischen Betrachtungen getrennt, nicht verstanden werden können. Die Meteorologie, wie die Geographie der Pflanzen und Thiere haben erst begonnen einige Fortschritte zu machen, seitdem man sich von der gegenseitigen Abhängigkeit der zu ergründenden Erscheinungen überzeugt hat. Das Wort Klima bezeichnet allerdings zuerst eine specifische Beschaffenheit des Luftkreises; aber diese Beschaffenheit ist abhängig von dem perpetuirlichen Zusammenwirken einer all- und tiefbewegten, durch Strömungen von ganz entgegengesetzter Temperatur durchfurchten Meeresfläche mit der wärmestrahlenden trocknen Erde, die mannigfaltig gegliedert, erhöht, gefärbt, nackt oder mit Wald und Kräutern bedeckt ist.

In dem jetzigen Zustande der Oberfläche unsers Planeten verhält sich das Areal der Feste zu dem des Flüssigen wie 1 zu $2^{4}/_{5}$ (nach Rigaud *) wie 100 : 270). Die Inseln bilden dermalen kaum $^{1}/_{23}$ der Continentalmassen. Letztere sind so ungleich vertheilt, daß sie auf der nördlichen Halbkugel dreimal so viel Land darbieten als auf der südlichen. Die südliche Hemisphäre ist also recht eigentlich vorherrschend oceanisch. Von 40° südlicher Breite an gegen den antarctischen Pol hin ist die Erdrinde fast ganz mit Wasser bedeckt. Eben so vorherrschend, und nur von sparsamen Inselgruppen unterbrochen, ist das flüssige Element zwischen der Ostküste der Alten und der Westküste der Neuen Welt. Der gelehrte Hydrograph Fleurieu hat dieses weite Meerbecken mit Recht zum Unterschiede aller anderen Meere den Großen Ocean genannt. Es nimmt derselbe unter den Wendekreisen einen Raum von 145 Längengraden ein. Die südliche und westliche Hemisphäre (westlich vom Meridian von Teneriffa aus gerechnet) sind also die wasserreichsten Regionen der ganzen Erdoberfläche.

Dies sind die Hauptmomente der Betrachtung über die relative Quantität des Festlandes und der Meere; ein Verhältniß, das auf die Vertheilung der Temperatur, den veränderten Luftdruck, die Windesrichtung und den, die Vegetationskraft wesentlich bestimmenden Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre so mächtig einwirkt. Wenn man bedenkt, daß fast $^{3}/_{4}$ der Oberfläche †) des Planeten mit Wasser bedeckt sind, so ist man minder verwundert über den unvollkommenen Zustand der Meteorologie bis zu dem Anfange des jetzigen

*) Transactions of the Cambridge Philosophical Society Vol. VI. P. 2. 1837 p. 297. Nach Anderen wie 100 : 284.

†) Im Mittelalter herrschte die Meinung, daß die Meere nur den siebenten Theil der Erdoberfläche bedeckten; seine Meinung, welche der Cardinal d'Ailly (Imago Mundi cap. 8) auf das apocryphische 4te Buch Esra gründete. Columbus, der seine cosmologischen Kenntnisse immer aus den Werken des Cardinals schöpfte, hatte ein großes Interesse, diese Meinung von der Kleinheit der Meere, zu welcher wohl auch der mißverstandene Ausdruck des „Flusses Ocean" beitrug, zu vertheidigen. Vergl. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géographie T. I. p. 186.



ianen, unter
gegen Süden
. Dies ergiebt
: Lagullas mit
o Taimura*).
inem Eismeere
wir nicht. An
:m Parallel von

· diese Gestaltung
.seln von Arabien,
·olybius bemerkten,
er sinnig verglichen
en, ist gleichsam nur
ten Welttheils; auch
verhält wie die penin-
eines Continents, die
: ganzen Culturzustand
n Welttheils „vielge-
d Südamerika, die ohne-
allen großen Ländermas-
östliche Littoral von Asien
:ractas ex aequore terras),
nahe Eilande wechseln dort

ildung. Es ist als hätten
Nordwest, und dann wiederum
von 10° südl. Breite an, die
rasilien dem Golf von Guinea
ten mit dem antillischen Meerbu-
ter im atlantischen Thale, wie fast
eingeschnittene und inselreiche Ufer
auf aufmerksam gemacht, wie geogno-

terrarum pauciores recipit sinus. Auch die
indische Halbinsel diesseits des Ganges bildet als
eine dritte sehr analoge Form dar. Im griechi-
Alterthume herrschten Meinungen von einer regel-
ßigen Gestaltung der Festen. Es sollte vier Bu-
geben, unter denen der persische dem hyrcanischen (d.
dem caspischen Meere) gegenüber gestellt wird (Ar-
ian VII, 16; Plut. in vita Alexandri cap. 44;
Dionys. Perieg. v. 48 und 630 pag. 11 und 38
Bernh.). Die vier Busen und die Landengen sollen sich
sogar, nach den optischen Phantasien des Agesinar, auf
der Mondscheibe abspiegeln (Plut. de Facie in orbe
lunae p. 921, 19.) Ueber die terra quadrifida oder die
vier Festlande, deren zwei nördlich und zwei südlich vom
Aequator liegen, s. Macrobius, Comm. in Somni-
um Scipionis II, 9. Ich habe diesen Theil der alten
Geographie, über welchen viel Verwirrung herrscht, ei-
ner neuen und sorgfältigen Prüfung unterworfen im
Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 119,
145, 180—185, wie in Asie centr. T. II. p. 172—178.

**) Fleurieu im Voyage de Marchand autour du Monde T. IV. p. 38—42.

††) Humboldt im Journal de Physique T. LIII, 1799 p. 33 und Rel. hist. T. II. p. 19, T. III. p. 189 und 198.

...len hätte; wenn die Andeskette, statt meridianartig, von Osten nach Westen ...äre; wenn südlich von Europa kein festes wärmestrahlendes Tropenland ... wenn das Mittelmeer, das einst mit dem caspischen und rothen Meere zu... ...und ein so wesentliches Beförderungsmittel der Völkergesittung geworden ist, ... wenn sein Boden zu gleicher Höhe mit der lombardischen und cyrenaischen ...t worden wäre!

...derungen des gegenseitigen Höhen-Verhältnisses der flüssigen und starren ...oberfläche (Veränderungen, welche zugleich die Umrisse der Continente be... ...r niedriges Land trocken legen oder dasselbe überfluthen) sind mannigfaltigen ... wirkenden Ursachen zuzuschreiben. Die mächtigsten sind ohnstreitig gewesen: ...r elastischen Dämpfe, welche das Innere der Erde einschließt; die plötzliche ...tur-Veränderung*) mächtiger Gebirgsschichten; der ungleiche seculäre ...it der Erdrinde und des Erdkernes, welcher eine Faltung (Runzelung) der ...fläche bewirkt; örtliche Modificationen der Anziehungskraft†) und durch die... ...gebrachte veränderte Krümmung einer Portion des flüssigen Elements. Daß ...g der Continente eine wirkliche Hebung, nicht bloß eine schein... ...Gestalt der Oberfläche des Meeres zugehörige sei, scheint, nach einer jetzt all... ...reiteten Ansicht der Geognosten, aus der langen Beobachtung zusammenhan... ...sachen, wie aus der Analogie wichtiger vulkanischer Erscheinungen zu folgen. ...rdienst dieser Ansicht gehört Leopold von Buch, der sie in seiner denkwürdigen, ...ren 1806 und 1807 vollbrachten Reise durch Norwegen und Schwe... ...sprach, wodurch sie zuerst in die Wissenschaft eingeführt ward. Während die ...dische und finnländische Küste von der Grenze des nördlichen Schonens (Söl... ...der Geifle bis Torneo, und von Torneo bis Abo sich hebt (in einem Jahrhun... ...Fuß), sinkt nach Nilson das südliche Schweden||). Das Maximum der heben... ...scheint im nördlichen Lapland zu liegen. Die Hebung nimmt gegen Süden bis ...nd Sölvitsborg allmälig ab. Linien des alten Meeresniveau's aus vorhistori... ...n sind in ganz Norwegen¶) vom Cap Lindesnäs bis zum äußersten Nordcap ...schelbänke des jetzigen Meeres bezeichnet, und neuerlichst von Bravais während

---

...a Beche, Sections and Views illustrative ...al Phenomena 1830 Tab. 40; Charles ... Observations on the Temple of Serapis near Naples and on certain causes which ...ce Geological Cycles of great extent 1834. ...dsteinschicht von 5 engl. Meilen Dicke wird, ...ich um 100° Fahr. erwärmt, in ihrer Ober... ...5 Fuß steigen. Erhitzte Lettenschichten müs... ...n durch Contraction ein Sinken der Bodens ...igen." Vergl. die Berechnungen für das säcu... ...gen von Schweden, unter der Voraussetzung ...en Zunahme von 3° Réaum. in einer 140000 ...n zu Schmelzhitze erwärmten Schicht, in Bi... ...Wärmelehre des Innern unseres Erdkörpers

...die (bisher so sicher scheinende) Voraussetzung ...chbleibens der Schwere an einem Messungs... ...st durch die neuen Erfahrungen über die lang... ...hebung großer Theile der Erdoberfläche einiger... ...unsicher geworden." Bessel über Maaß und ... in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 134. ...d. II. (1810) S. 389. Vergl. Hallström in ...Vetenskaps-Academiens Handlingar Stockh. ...30; Lyell in den Philos. Transact. for 1835 ...Blom (Amtmann in Budskerud), Stat. Beschr. ...orwegen 1843 S. 89—116. Wenn, nicht vor ...s von Buch Reise nach Scandinavien, sondern ... Herausgabe dieses Werkes, schon Playfair 1802 ... Illustrations of the Huttonian Theory § 393, ...wie Keilbau (Om Landjordens Stigning in ...in dem Nyt Magazin for Naturvidenskaberne) erinnert, vor Playfair der Däne Jessen ebenfalls schon die Vermuthung geäußert hat, daß nicht das Meer sinke, sondern das feste Land von Schweden sich erhebe; so sind diese Aeußerungen unserm großen Geognosten gänzlich unbekannt geblieben und haben keinen Einfluß auf die Fortschritte der physischen Erdbeschreibung ausgeübt. Jessen hat in seinem Werke Kongeriget Norge fremstillet efter dets naturlige og borgerlige Tilstand, Kjöbenh. 1763, die Ursachen der Veränderung des Niveau-Verhältnisses des Meeres zur Höhe der Küsten nach den alten Angaben von Celsius, Kalm und Dalin zu ergründen gesucht. Er äußert verworrene Ideen über die Möglichkeit eines inneren Wachsens und Zunehmens der Steine (des felsigen Bodens), erklärt sich aber zuletzt doch für Erhebung des Landes als Folge von Erdbeben. „Obgleich," sagt er, „gleich nach dem Erdbeben (bei Egersund) keine solche Erhebung bemerkt worden ist, so könnte doch dadurch anderen Ursachen die Gelegenheit dazu eröffnet worden sein."

||) Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der physischen Wiss. No. 18. S. 686. Die Inseln Saltholm, Kopenhagen gegenüber, und Bornholm steigen aber sehr wenig; Bornholm kaum 1 Fuß in einem Jahrhundert. S. Forchhammer im Philos. Magazine Series III. Vol. II. p. 309.

¶) Keilhau im Nyt Mag. for Naturvid. 1832 Bd. I. p. 105—254, Bd. II. p. 57; Bravais sur les lignes d'ancien niveau de la Mer 1843 p. 15—40. Vergl. auch Darwin on the Parallel roads of Glen-Roy and Lochaber in den Philos. Transact. for 1839 p. 60.

stisch denkwürdig auch die Vergleichung der Westküsten von Afrika und Südamerika in der Tropenzone sei. Die busenförmige Einbeugung des afrikanischen Gestades bei Fernando Po ($4^{\circ}1/2$ nördlicher Breite) wiederholt sich in dem Südsee-Gestade unter $18^{\circ}3/4$ südlicher Breite in dem Wendepunkt bei Arica, wo (zwischen dem Valle de Arica und dem Morro de Juan Diaz) die peruanische Küste plötzlich ihre Richtung von Süden nach Norden in eine nordwestliche verwandelt. Diese Veränderung der Richtung erstreckt sich in gleichem Maaße auf die in zwei Paralleljöcher getheilte hohe Andeskette: nicht bloß auf die dem Littoral*) nahe, sondern auch auf die östliche, den frühesten Sitz menschlicher Cultur im südamerikanischen Hochlande, wo das kleine Alpenmeer von Titicaca von den Bergcolossen des Sorata und Illimani begrenzt wird. Weiter gegen Süden, von Valdivia und Chiloe an (40° bis 42° südl. Br.) durch den Archipel de los Chonos bis zum Feuerlande, findet sich die seltene Fiordbildung wiederholt (das Gewirre schmaler tief eindringender Busen), welche in der nördlichen Hemisphäre die Westküsten von Norwegen und Schottland charakterisirt.

Dies sind die allgemeinsten Betrachtungen über die dermalige Gestaltung der Continente (die Ausdehnung des Festlandes in horizontaler Richtung), wie sie der Anblick der Oberfläche unsres Planeten veranlaßt. Wir haben hier Thatsachen zusammengestellt, Analogien der Form in entfernten Erdstrichen, die wir nicht Gesetze der Form zu nennen wagen. Wenn man an dem Abhange eines noch thätigen Vulkans, z. B. am Vesuv, die nicht ungewöhnliche Erscheinung partieller Hebungen beachtet, in denen kleine Theile des Bodens, vor einem Ausbruch oder während desselben, ihr Niveau um mehrere Fuße bleibend verändern und dachförmige Gräten oder flache Erhöhungen bilden; so erkennt der Wanderer, wie von geringfügigen Zufällen der Kraftintensität unterirdischer Dämpfe und der Größe des zu überwindenden Widerstandes es abhangen muß, daß die gehobenen Theile diese oder jene Form und Richtung annehmen. Eben so mögen geringe Störungen des Gleichgewichts im Inneren unsres Planeten die hebenden elastischen Kräfte bestimmt haben mehr gegen die nördliche als gegen die südliche Erdhälfte zu wirken, das Festland [illegible] der östlichen Erdhälfte als eine breite zusammenhangende Masse mit der Hauptaxe [illegible] dem Aequator parallel, in der westlichen, mehr oceanischen Hälfte schmal und [illegible]dianartig aufzutreiben.

Ueber den Causalzusammenhang solcher großen Begebenheiten der Länd[illegible] bildung, der Aehnlichkeit und des Contrastes in der Gestaltung, ist wenig empiris[illegible] ergründen. Wir erkennen nur das Eine: daß die wirkende Ursach unterirdisch ist; [illegible] jetzige Länderform nicht auf einmal entstanden, sondern, wie wir schon oben bemer[illegible] der Epoche der silurischen Formation (neptunischen Abscheidung) bis zu den Terti[illegible] ten nach mannigfaltigen oscillirenden Hebungen und Senkungen des Bodens sich vergrößert hat und aus einzelnen kleineren Continenten zusammengeschmolzen ist. [illegible] malige Gestaltung ist das Product zweier Ursachen, die auf einander folgend ge[illegible] einmal einer unterirdischen Kraftäußerung, deren Maaß und Richtung wir [illegible] nennen, weil wir sie nicht zu bestimmen vermögen, weil sie sich für unsern [illegible] Kreise der Nothwendigkeit entziehen; zweitens der auf der Oberflä[illegible] Potenzen, unter denen vulkanische Ausbrüche, Erdbeben, Entstehung vo[illegible] Meeresströmungen die Hauptrolle gespielt haben. Wie ganz a[illegible] tur-Zustand der Erde, und mit ihm der Zustand der Vegeta[illegible] menschlichen Gesellschaft sein, wenn die Hauptaxe des Neuen[illegible]

†) Humboldt in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XL. S. 171. Ueber die merkwürdige Fiordbildung an dem Südost-Ende von Amerika s. Darwin, Journal (Narrative of the voyages of the Adventure and Beagle Vol. III.) 1839 p. 266. Der Parallelismus der beiden Bergketten erhält sich von 5° südlicher bis 5° [illegible] Richtung der [illegible] änderten [illegible] sein, auf[illegible] stiegen [illegible]

artig umgeben), prägt dem Völkerleben einen eigenthümlichen Charakter ein. Schnee bedeckte Hochmassen hindern den Verkehr; aber ein Gemisch von niedrigeren abgesonderten Gebirgsgliedern*) und Tiefländern, wie so glücklich sie das westliche und südliche Europa darbietet, vervielfältigt die meteorologischen Processe, wie die Producte des Pflanzenreichs; es erzeugt auch, weil dann jedem Erdstrich, selbst unter denselben Breitengraden andre Culturen angehören, Bedürfnisse, deren Befriedigung die Thätigkeit der Einwohner anregt. So haben die furchtbaren Umwälzungen, welche in Folge einer Wirkung des Inneren gegen das Aeußere durch plötzliches Aufrichten eines Theils der oxydirten Erdrinde das Emporsteigen mächtiger Gebirgsketten veranlaßten, dazu gedient, nach Wiederherstellung der Ruhe, nach dem Wiedererwachen schlummernder Organismen den Festen beider Erdhälften einen schönen Reichthum individueller Bildungen zu verleihen, ihnen wenigstens dem größeren Theile nach die öde Einförmigkeit zu nehmen, welche verarmend auf die physischen und intellectuellen Kräfte der Menschen einwirkt.

Jedem Systeme†) dieser Bergketten ist nach den großartigen Ansichten von Elie de Beaumont ein relatives Alter angewiesen, daß das Aufsteigen der Bergkette nothwendig zwischen die Ablagerungszeiten der aufgerichteten und der bis zum Fuß der Berge sich horizontal erstreckenden Schichten fallen muß. Die Faltungen der Erdrinde (Aufrichtung der Schichten), welche von gleichem geognostischen Alter sind, scheinen sich dazu einer und derselben Richtung anzuschließen. Die Streichungslinie der aufgerichteten Schichten ist nicht immer der Axe der Ketten parallel, sondern durchschneidet bisweilen dieselbe: so daß dann, meiner Ansicht nach‡), das Phänomen der Aufrichtung der Schichten, die man selbst in der angrenzenden Ebene wiederholt findet, älter sein muß als die Hebung der Kette. Die Hauptrichtung des ganzen Festlandes von Europa (Südwest gen Nordost) ist den großen Erdspalten entgegengesetzt, welche sich (Nordwest gen Südost) von den Mündungen des Rheins und der Elbe durch das adriatische und rothe Meer, wie durch das Bergsystem des Putschi-Koh in Luristan, nach dem persischen Meerbusen und dem indischen Ocean hinziehen. Ein solches fast rechtwinkliges Durchkreuzen geodätischer Linien hat einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Handelsverhältnisse von Europa mit Asien und dem nordwestlichen Afrika, wie auf den Gang der Civilisation an den vormals glücklicheren Ufern des Mittelmeeres‖).

Wenn mächtige und hohe Gebirgsketten als Zeugen großer Erdrevolutionen, als Grenzscheiden der Klimate, als Wasser-Vertheiler oder als Träger einer anderen Pflanzenwelt unsere Einbildungskraft beschäftigen; so ist es um so nothwendiger, durch eine richtige numerische Schätzung ihres Volums zu zeigen, wie gering im Ganzen die Quantität der gehobenen Massen im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder ist. Die Masse der Pyrenäen z. B., einer Kette, von der die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Basis, welche sie bedeckt, durch genaue Messungen bekannt sind, würde, auf das Areal von Frankreich gestreut, letzteres Land nur um 108 Fuß erhöhen. Die Masse der östlichen und westlichen Alpenkette würde in ähnlichem Sinne die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuß vermehren. Durch eine mühevolle Arbeit¶), die aber ihrer Natur nach

---

*) Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 232—234. Vergl. auch die scharfsinnigen Bemerkungen über Erdgestaltung und Lage der Höhenzüge in Albrechts von Roon Grundzügen der Erd-, Völker- und Staatenkunde Abth. I. 1837 S. 158, 270 und 276.

†) Leop. von Buch über die geognostischen Systeme von Deutschland in seinen Geogn. Briefen an Alexander von Humboldt 1824 S. 265—271; Elie de Beaumont, Recherches sur les Révolutions de la Surface du Globe 1829 p. 297—307.

‡) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 277—283. Siehe auch mein Essai sur le Gisement des Roches 1822 p. 57 und Relat. hist. T. III. p. 244—250.

‖) Asie centrale T. I. p. 284—286. Das a[...]tische Meer folgt auch der Richtung SO—NW.

¶) De la hauteur moyenne des continents in [Asie] centrale T. I. p. 82—90 und 165—189. Die R[esul]tate, welche ich erhalten, sind als Grenz-Zahlen ([nom]bres-limites) zu betrachten. Laplace hat die mi[ttlere] Höhe der Continente zu 3078 Fuß, also wenigsten[s] das Dreifache zu hoch, angeschlagen. Der unster[bliche] Geometer (Mécanique céleste T. V. p. 14) wa[r zu] dieser Annahme durch Hypothesen über die mittlere [Tiefe] des Meeres veranlaßt. Ich habe gezeigt (Asie c[entrale] T. I. p. 93), wie schon die Alexandrinischen Math[ema]tiker nach dem Zeugniß des Plutarchus (in A[...]

eine obere Grenze, d. i. eine Zahl giebt, welche wohl kleiner, aber nicht größer sein kann, habe ich gefunden, daß der Schwerpunkt des Volums der über dem jetzigen Meeresspiegel gehobenen Länder in Europa und Nordamerika 630 und 702, in Asien und Südamerika 1062 und 1080 Fuß hoch liegt. Diese Schätzungen bezeichnen die Niedrigkeit der nördlichen Regionen: die großen Steppen des Flachlandes von Sibirien werden durch die ungeheure Anschwellung des asiatischen Bodens zwischen den Breitengraden von 28°½ bis 40°, zwischen dem Himalaya, dem nordtübetischen Kuen-lün und dem Himmelsgebirge, compensirt. Man liest gewissermaßen in den gefundenen Zahlen, wo die plutonischen Mächte des inneren Erdkörpers am stärksten in der Hebung der Continentalmassen gewirkt haben.

Nichts kann uns Sicherheit geben, daß jene plutonischen Mächte im Lauf kommender Jahrhunderte den von Elie de Beaumont bisher aufgezählten Bergsystemen verschiedenen Alters und verschiedener Richtung nicht neue hinzufügen werden. Warum sollte die Erdrinde schon die Eigenschaft sich zu falten verloren haben? Die fast zuletzt hervorgetretenen Gebirgssysteme der Alpen und der Andeskette haben im Montblanc und Monte Rosa, im Sorata, Illimani und Chimborazo Colosse gehoben, welche eben nicht auf eine Abnahme in der Intensität der unterirdischen Kräfte schließen lassen. Alle geognostische Phänomene deuten auf periodische Wechsel von Thätigkeit und Ruhe*). Die Ruhe, die wir genießen, ist nur eine scheinbare. Das Erdbeben, welches die Oberfläche unter allen Himmelsstrichen, in jeglicher Art des Gesteins erschüttert, das aufsteigende Schweden, die Entstehung neuer Ausbruch-Inseln zeugen eben nicht für ein stilles Erdenleben.

Die beiden Umhüllungen der starren Oberfläche unsres Planeten, die tropfbar-flüssige und die luftförmige, bieten, neben den Contrasten, welche aus der großen Verschiedenheit ihres Aggregat- und Elasticitätszustandes entstehen, auch, wegen der Verschiebbarkeit der Theile, durch ihre Strömungen und ihre Temperatur-Verhältnisse, mannigfaltige Analogien dar. Die Tiefe des Oceans und des Luftmeeres sind uns beide unbekannt. Im Ocean hat man an einigen Punkten, unter den Tropen, in einer Tiefe von 25300 Fuß (mehr als einer geographischen Meile) noch keinen Grund gefunden; im letzteren, falls es, wie Wollaston will, begrenzt und also wellenschlagend ist, läßt das Phänomen der Dämmerung auf eine wenigstens neunmal größere Tiefe schließen. Das Luftmeer ruht theils auf der festen Erde, deren Bergketten und Hochebenen, wie wir schon oben bemerkt, als grüne, waldbewachsene Untiefen aufsteigen, theils auf dem Ocean, dessen Oberfläche den beweglichen Boden bildet, auf dem die unteren dichteren, wassergetränkten Luftschichten gelagert sind.

Von der Grenze beider, des Luftmeeres und des Oceans, an aufwärts und abwärts sind Luft- und Wasserschichten bestimmten Gesetzen der Wärmeabnahme unterworfen. In dem Luftmeer ist diese Wärmeabnahme um vieles langsamer als im Ocean. Das Meer hat unter allen Zonen eine Tendenz, die Wärme seiner Oberfläche in den der Luft nächsten Wasserschichten zu bewahren, da die erkalteten Theile als die schwereren hinabsteigen. Eine große Reihe sorgfältiger Temperaturbeobachtungen lehrt, daß in dem gewöhnlichen und mittleren Zustande seiner Oberfläche der Ocean, vom Aequator an bis 48° nördlicher und südlicher Breite, etwas wärmer ist als die zunächst liegenden Luftschichten †). Wegen der mit der Tiefe abnehmenden Temperatur können Fische und andere Bewohner des Meeres, die vielleicht wegen der Natur ihrer Kiemen- und Hautrespiration tiefe Wasser lieben, selbst unter den Wendekreisen nach Willkühr die niedrige Temperatur, das kühle Klima finden, welche ihnen in höheren Breiten unter der gemäßigten und kalten Zone vor-

lio Paulo cap. 15) diese Meerestiefe durch die Höhe der Berge bedingt glaubten. Die Höhe des Schwerpunkts des Volums der Continental-Massen ist in dem Lauf der Jahrtausende wahrscheinlich kleinen Veränderungen unterworfen.

*) Zweiter geologischer Brief von Elie de Beaumont an Alexander von Humboldt in Poggendorff's Annalen Bd. XXV. S. 1—58.

†) Humboldt, Relation hist. T. III. chap. XXIX p. 514—530.

zugsweise zusagten. Dieser Umstand, analog der milden, ja selbst kalten Alpenluft auf
Hochebenen der heißen Zone, übt einen wesentlichen Einfluß aus auf die Migration
die geographische Verbreitung vieler Seethiere. Die Tiefe, in der die Fische leben, m
ficirt durch vermehrten Druck gleichmäßig ihre Hautrespiration und den Sauer- und S
stoff-Gehalt der Schwimmblase.

Da süßes und salziges Wasser nicht bei derselben Temperatur das Maximum ihrer D
tigkeit erreichen und der Salzgehalt des Meeres den Thermometergrad der größ
Dichtigkeit herabzieht, so hat man in den Reisen von Kotzebue und Dupetit-Thou
aus den pelagischen Abgründen Wasser schöpfen können, welche die niedrige Tempera
von 2°,8 und 2°,5 hatten. Diese eisige Temperatur des Meerwassers herrscht auch in
Tiefe der Tropenmeere, und ihre Existenz hat zuerst auf die Kenntniß der unteren Po
ströme geleitet, die von den beiden Polen gegen den Aequator hin gerichtet sind. O
diese unterseeische Zuströmung würden die Tropenmeere in jenen Abgründen nur
jenige Temperatur haben können, welche dem Maximum der Kälte gleich ist, die örtlich
herabsinkenden Wassertheilchen an der wärmestrahlenden und durch Luftcontact erkält
Oberfläche im Tropenklima erlangen. In dem mittelländischen Meere wird, wie Ar
scharfsinnig bemerkt, die große Erkältung der unteren Wasserschichten bloß darum nicht
funden, weil das Eindringen des tiefen Polarstromes in die Straße von Gibraltar, wo
der Oberfläche das atlantische Meer von Westen gen Osten einströmt, durch eine ost-w
liche untere Gegenströmung des mittelländischen Meeres in den atlantischen O
gehindert wird.

Die, im allgemeinen die Klimate ausgleichende und mildernde tropfbar-flüssige Umh
lung unsers Planeten zeigt da, wo sie nicht von pelagischen Strömen kalter und war
Wasser durchfurcht wird, fern von den Küsten in der Tropenzone, besonders zwischen
nördlicher und 10° südlicher Breite, in Strecken, die Tausende von Quadratmeilen
nehmen, eine bewundernswürdige Gleichheit und Beständigkeit der Temperatur*). A
hat daher mit Recht gesagt†), daß eine genaue und lange fortgesetzte Ergründung d
thermischen Verhältnisse der Tropenmeere uns auf die einfachste Weise über das gr
vielfach bestrittene Problem der Constanz der Klimate und der Erdwärme unterric
könne. Große Revolutionen auf der leuchtenden Sonnenscheibe würden sich demn
wenn sie von langer Dauer wären, gleichsam in der veränderten mittleren Meereswär
sicherer noch als in den mittleren Temperaturen der Feste, reflectiren. Die Zonen, in
chen die Maxima der Dichte (des Salzgehaltes) und der Temperatur liegen, fallen
mit dem Aequator zusammen. Beide Maxima sind von einander getrennt, und die wä
sten Wasser scheinen zwei nicht ganz parallele Banden nördlich und südlich vom geo
phischen Aequator zu bilden. Das Maximum des Salzgehaltes fand Lenz, auf seiner R
um die Erde, im stillen Meere in 22° nördlicher und 17° südlicher Breite. Wenige G
südlich von der Linie lag sogar die Zone des geringsten Salzgehaltes. In den Regio
der Windstille kann die Sonnenwärme wenig die Verdunstung befördern, weil eine
Salzdunst geschwängerte Luftschicht dort unbewegt und unerneuert auf der Oberfläche
Meeres ruhet.

Die Oberfläche aller mit einander zusammenhangenden Meere muß im allgemei

---

*) Siehe die Reihe meiner Beobachtungen in der Südsee von 0° 5′ bis 13° 16′ nördlicher Breite in Asie centr. T. III. p. 354.

†) On pourra (par la température de l'Océan sous les tropiques) attaquer avec succès une question capitale restée jusqu'ici indécise, la question de la constance des températures terrestres, sans avoir à s'inquiéter des influences locales naturellement fort circonscrites, provenant du déboisement des plaines et des montagnes, du dessèchement des lacs et des marais. Chaque siècle, en léguant siècles futurs quelques chiffres bien faciles à o nir, leur donnera le moyen peut-être le plus sim le plus exact et le plus direct de décider si le so aujourd'hui source première, à peu près exclu de la chaleur de notre globe, change de constitu physique et d'éclat, comme la plupart des éto ou si au contraire cet astre est arrivé à un état manent. Arago in den Comptes rendus des s ces de l'Acad. des Sciences T. XI. P. 2. p. 309.

hinsichtlich ihrer mittleren Höhe als vollkommen in Niveau stehend betrachtet werden. Oertliche Ursachen (wahrscheinlich herrschende Winde und Strömungen) haben aber in einzelnen tiefeingeschnittenen Busen, z. B. im rothen Meere, permanente, wenn gleich geringe Verschiedenheit des Niveau's hervorgebracht. An der Landenge von Suez beträgt der höhere Stand der Wasser über denen des Mittelmeers zu verschiedener Tagesstunde 24 und 30 Fuß. Die Form des Canals (Bab-el-Mandeb), durch welchen die indischen Wasser leichter ein- als ausströmen können, scheint zu dieser merkwürdigen permanenten, schon im Alterthum bekannten Erhöhung der Oberfläche des rothen Meeres mit beizutragen*). Die vortrefflichen geodätischen Operationen von Coraboeuf und Delcros zeigen längs der Kette der Pyrenäen wie zwischen den Küsten von Nord-Holland und Marseille keine bemerkbare Verschiedenheit der Gleichgewichts-Oberfläche des Oceans und des Mittelmeeres†).

Störungen des Gleichgewichts und die dadurch erregte Bewegung der Wasser sind: theils unregelmäßig und vorübergehend vom Winde abhängig, und Wellen erzeugend, die fern von den Küsten im offenen Meere, im Sturm, über 35 Fuß Höhe ansteigen; theils regelmäßig und periodisch durch die Stellung und Anziehung der Sonne und des Monds bewirkt (Ebbe und Fluth); theils permanent, doch in ungleicher Stärke, als pelagische Strömung. Die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, über alle Meere verbreitet (außer den kleinen und sehr eingeschlossenen, wo die Fluthwelle kaum oder gar nicht merklich wird), sind durch die Newton'sche Naturlehre vollständig erklärt, d. h. „in den Kreis des Nothwendigen zurückgeführt." Jede dieser periodisch wiederkehrenden Schwankungen des Meerwassers ist etwas länger als ein halber Tag. Wenn sie im offenen Weltmeer kaum die Höhe von einigen Fußen betragen, so steigen sie als Folge der Configuration der Küsten, die sich der kommenden Fluthwelle entgegensetzen, in St. Malo zu 50, in Acadien zu 65 bis 70 Fuß. „Unter der Voraussetzung, daß die Tiefe des Meeres vergleichungsweise mit dem Halbmesser der Erde nicht bedeutend sei, hat die Analyse des großen Geometers Laplace bewiesen, wie die Stetigkeit des Gleichgewichts des Meeres fordere, daß die Dichte seiner Flüssigkeit kleiner sei als die mittlere Dichte der Erde. In der That ist die letztere, wie wir oben gesehen, fünfmal so groß als die des Wassers. Das hohe Land kann also nie überfluthet werden, und die auf den Gebirgen gefundenen Ueberreste von Seethieren können keineswegs durch ehemals höhere Fluthen (durch die Stellung der Sonne und des Mondes veranlaßt) in diese Lage gekommen sein‡)." Es ist kein geringes Verdienst der Analyse, die in den unwissenschaftlichen Kreisen des sogenannten bürgerlichen Lebens vornehm verschmäht wird, daß Laplace's vollendete Theorie der Ebbe und Fluth es möglich gemacht hat in unsern astronomischen Ephemeriden die Höhe der bei jedem Neu- und Vollmonde zu erwartenden Springfluthen vorherzuverkündigen und so die Küstenbewohner auf die eintretende, besonders bei der Mondnähe noch vermehrte Gefahr aufmerksam zu machen.

Oceanische Strömungen, die einen so wichtigen Einfluß auf den Verkehr der Nationen

---

*) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 321 und 327.

†) S. die numerischen Resultate a. a. O. T. II. p. 328—333. Durch das geodätische Nivellement, welches auf meine Bitte mein vieljähriger Freund, der General Bolivar, durch Lloyd und Falmarc hat in den Jahren 1828 und 1829 ausführen lassen, ist erwiesen, daß die Südsee höchstens $3\frac{2}{5}$ Fuß höher als das antillische Meer liegt, ja daß zu verschiedenen Stunden der relativen Ebbe und Fluthzeit bald das eine, bald das andere Meer das niedere ist. Wenn man bedenkt, daß in einer Länge von 16 Meilen und bei 933 Einstellungen des gebrauchten Niveau's in eben so vielen Stationen man sich leicht um eine halbe Toise habe irren können, so findet man hier einen neuen Beweis des Gleichgewichts der um das Cap Horn strömenden Wasser (Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1831 p. 319). Ich hatte durch Barometermessungen, die ich in den Jahren 1799 und 1804 anstellte, schon zu erkennen geglaubt, daß, wenn ein Unterschied zwischen dem Niveau der Südsee und des antillischen Meeres vorhanden wäre, derselbe nicht über 3 Meter (9 Fuß 3 Zoll) betragen könne. S. meine Relat. hist. T. III. p. 555—557, und Annales de Chimie T. I. p. 55—64. Die Messungen, welche den hohen Stand der Wasser im Golf. von Mexico und in dem nördlichsten Theile des adriatischen Meeres durch Verbindung der trigonometrischen Operationen von Delcros und Choppin mit denen der schweizerischen und östreichischen Ingenieurs beweisen sollen, sind vielem Zweifel unterworfen. Es ist trotz der Form des adriatischen Meeres unwahrscheinlich, daß der Wasserspiegel in seinem nördlichsten Theile fast 26 Fuß höher als der Wasserspiegel des Mittelmeers bei Marseille und 23,4 höher als der atlantische Ocean sei. S. meine Asie centrale T. II. p. 332.

‡) Bessel über Fluth und Ebbe in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 225.

so viele Thiere bergen als die niedrige Waldregion des Oceans, wo die am Boden wurzelnden Tanggesträuche der Untiefen oder die frei schwimmenden, durch Wellenschlag und Strömung losgerissenen Fucusmassen ihr zartes, durch Luftzellen emporgehobenes Laub entfalten. Durch Anwendung des Mikroskops steigert sich noch mehr, und auf eine bewundernswürdige Weise, der Eindruck der Allbelebtheit des Oceans, das überraschende Bewußtsein, daß überall sich hier Empfindung regt. In Tiefen, welche die Höhe unserer mächtigsten Gebirgsketten übersteigen, ist jede der auf einander gelagerten Wasserschichten mit polygastrischen Seegewürmen, Cyclidien und Ophrydinen belebt. Hier schwärmen, jede Welle in einen Lichtsaum verwandelnd und durch eigene Witterungsverhältnisse an die Oberfläche gelockt, die zahllose Schaar kleiner, funkelnd blitzender Leuchtthiere, Mammarien aus der Ordnung der Acalephen, Crustaceen, Peridinium und kreisende Nereidinen.

Die Fülle dieser kleinen Thiere und des animalischen Stoffes, den ihre schnelle Zerstörung liefert, ist so unermeßlich, daß das ganze Meerwasser für viele größere Seegeschöpfe eine nährende Flüssigkeit wird. Wenn schon der Reichthum an belebten Formen, die Unzahl der verschiedenartigsten mikroskopischen und doch theilweise sehr ausgebildeten Organismen die Phantasie anmuthig beschäftigt, so wird diese noch auf eine ernstere, ich möchte sagen feierlichere Weise angeregt durch den Anblick des Grenzenlosen und Unermeßlichen, welchen jede Seefahrt darbietet. Wer, zu geistiger Selbstthätigkeit erweckt, sich gern eine eigene Welt im Innern bauet, den erfüllt der Schauplatz des freien, offenen Meeres mit dem erhabenen Bilde des Unendlichen. Sein Auge fesselt vorzugsweise der ferne Horizont, wo unbestimmt wie im Dufte Wasser und Luft an einander grenzen, in den die Gestirne hinabsteigen und sich erneuern vor dem Schiffenden. In dem ewigen Spiel dieses Wechsels mischt sich, wie überall bei der menschlichen Freude, ein Hauch wehmuthiger Sehnsucht.

Eigenthümliche Vorliebe für das Meer, dankbare Erinnerung an die Eindrücke, die mir das bewegliche Element zwischen den Wendekreisen in friedlicher, nächtlicher Ruhe oder aufgeregt im Kampf der Naturkräfte gelassen, haben allein mich bestimmen können, den individuellen Genuß des Anblicks vor dem wohlthätigen Einflusse zu nennen, welchen unbestreitbar der Contact mit dem Weltmeer auf die Ausbildung der Intelligenz und des Charakters vieler Völkerstämme, auf die Vervielfältigung der Bande, die das ganze Menschengeschlecht umschlingen sollen, auf die Möglichkeit zur Kenntniß der Gestaltung des Erdraums zu gelangen, endlich auf die Vervollkommnung der Astronomie und aller mathematischen und physikalischen Wissenschaften ausgeübt hat. Ein Theil dieses Einflusses war anfangs auf das Mittelmeer und die Gestade des südwestlichen Asiens beschränkt; aber von dem sechzehnten Jahrhundert an hat er sich weit verbreitet, und auf Völker erstreckt, die fern vom Meere im Innern der Continente leben. Seitdem Columbus* „den Ocean zu entfesseln gesandt war" (so rief ihm auf seinem Krankenlager, im Traumgesicht am Flusse Belem eine unbekannte Stimme zu), hat auch der Mensch sich geistig freier in unbekannte Regionen gewagt.

Die zweite und zwar äußere und allgemein verbreitete Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer, auf dessen niederem Boden oder Untiefen (Hochebenen und Bergen) wir leben, bietet sechs Classen der Naturerscheinungen dar, welche den innigsten Zusammenhang mit einander zeigen und aus der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre, aus den Veränderungen der Diaphanität, Polarisation und Färbung, aus denen der Dichtigkeit oder des Druckes, der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Electricität entstehen. Enthält die Luft im Sauerstoff das erste Element des physischen Thierlebens, so muß in

*) [illegible] maravillosamente [illegible] de los atamientos de la mar Oceana, que estaban cerrados con cadenas tan fuertes, te dió las llaves." Der Traum des Columbus ist erzählt in dem Briefe an die katholischen Monarchen vom 7. Julius 1503 (Humboldt, Examen critique T. III. p. 234).

ihrem Dasein noch eine andere Wohlthat, man möchte sagen höherer Art, bezeichnet werden. Die Luft ist die „Trägerin des Schalles": also auch die Trägerin der Sprache, der Mittheilung der Ideen, der Geselligkeit unter den Völkern. Wäre der Erdball der Atmosphäre beraubt, wie unser Mond, so stellte er sich uns in der Phantasie als eine klanglose Einöde dar.

Das Verhältniß der Stoffe, welche den uns zugänglichen Schichten des Luftkreises angehören, ist seit dem Anfange des neunzehnten Jahrhunderts ein Gegenstand von Untersuchungen gewesen, an denen Gay-Lussac und ich einen thätigen Antheil genommen haben. Erst ganz neuerlichst hat durch die vortrefflichen Arbeiten von Dumas und Boussingault auf neuen und sicheren Wegen die chemische Analyse der Atmosphäre einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht. Nach dieser Analyse enthält die trockene Luft im Volum 20,8 Sauerstoff und 79,2 Stickstoff; dazu 2 bis 5 Zehntausendtheile Kohlensäure, eine noch kleinere Quantität von gekohltem Wasserstoff *), und nach den wichtigen Versuchen von Saussure und Liebig Spuren von Ammoniacal-Dämpfen †), die den Pflanzen ihre stickstoffhaltige Bestandtheile liefern. Daß der Sauerstoffgehalt nach Verschiedenheit der Jahreszeiten oder der örtlichen Lage auf dem Meere und im Inneren eines Continents um eine kleine, aber bemerkbare Menge variire, ist durch einige Beobachtungen von Lewy wahrscheinlich geworden. Man begreift, daß Veränderungen, welche microscopische animalische Organismen in der in dem Wasser aufgelösten Sauerstoffmenge hervorbringen, Veränderungen in den Luftschichten nach sich ziehen können, die zunächst auf dem Wasser ruhen ‡). In einer Höhe von 8226 Fuß (Faulhorn) war die durch Martins gesammelte Luft nicht sauerstoffärmer als die Luft zu Paris ||).

Die Beimischung des kohlensauren Ammoniaks in der Atmosphäre darf man wahrscheinlich für älter halten als das Dasein der organischen Wesen auf der Oberfläche der Erde. Die Quellen der Kohlensäure ¶) in dem Luftkreise sind überaus mannigfaltig. Wir nennen hier zuerst die Respiration der Thiere, welche den ausgehauchten Kohlenstoff aus der vegetabilischen Nahrung, wie die Vegetabilien aus dem Luftkreise, empfangen; das Innere der Erde in der Gegend ausgebrannter Vulkane und die Thermalquellen; die Zersetzung einer kleinen Beimischung gekohlten Wasserstoffs in der Atmosphäre durch die in der Tropengegend so viel häufigere electrische Entladung der Wolken. Außer den Stoffen, die wir so eben als der Atmosphäre in allen uns zugänglichen Höhen eigenthümlich genannt haben, finden sich noch zufällig, besonders dem Boden nahe, andere ihr beigesellt, welche theilweise als Miasmen und gasförmige Contagien auf die thierische Organisation gefahrbringend wirken. Ihre chemische Natur ist uns bisher nicht durch unmittelbare Zerlegung erwiesen; wir können aber, durch Betrachtung der Verwesungsprocesse, welche perpetuirlich auf der mit Thier- und Pflanzenstoffen bedeckten Oberfläche unseres Planeten vorgehen, wie durch Combinationen und Analogien aus dem Gebiete der Pathologie geleitet, auf das Dasein solcher schädlichen örtlichen Beimischungen schließen. Ammoniacalische und andere stickstoffhaltige Dämpfe, Schwefelwasserstoffsäure, ja Verbindungen, die den vielbasigen

---

*) Boussingault, Recherches sur la composition de l'Atmosphère in den Annales de Chimie et de Physique T. LVII. 1834 p. 171—173; derselbe eben daselbst T. LXXI. 1839 p. 116. Nach Boussingault und Lewy oscillirte der Kohlensäure-Gehalt des Luftkreises in Andilly, also fern von den Ausdünstungen der Städte, nur zwischen 0,00028 und 0,00031 im Volum.

†) Liebig in seinem wichtigen Werke: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie 1840 S. 64—72. Ueber Einfluß der Luftelectricität auf Erzeugung des salpetersauren Ammoniaks, der sich bei Berührung mit Kalk in kohlensauren verwandelt, s. Boussingault, Économie rurale considérée dans ses rapports avec la Chimie et la Météorologie 1844 T. II. p. 247 und 697 (vergl. auch T. I. p. 84).

‡) Lewy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVII. P. 2. p. 235—248.

||) J. Dumas in den Annales de Chimie 3ème Série T. III. 1841 p. 257.

¶) In dieser Aufzählung ist des nächtlichen Aushauchens der Kohlensäure durch die Pflanzen, indem sie Sauerstoff einhauchen, nicht gedacht, da diese Vermehrung der Kohlensäure reichlich durch den Respirationsproceß der Pflanzen während des Tages ersetzt wird. Vergl. Boussingault, Écon. rurale T. I. p. 53—68; Liebig, Organische Chemie S. 16 und 21.

Da als Gegenwirkung der Passate (der Ostwinde der Tropenzone) in beiden gemäßigten Zonen West- oder Westsüdwestwinde die herrschenden Luftströmungen sind und da diese für eine Ostküste Land-, für eine Westküste Seewinde sind (d. h. über eine Fläche streichen, die wegen ihrer Masse und des Herabsinkens der erkalteten Wassertheilchen keiner großen Erkältung fähig ist); so zeigen sich, wo nicht oceanische Strömungen dem Littorale nahe auf die Temperatur einwirken, die Ostküsten der Continente kälter als die Westküsten. Cook's junger Begleiter auf der zweiten Erdumseglung, der geistreiche Georg Forster, welchem ich die lebhafteste Anregung zu weiten Unternehmungen verdanke, hat zuerst auf eine recht bestimmte Weise auf die Temperatur-Unterschiede der Ost- und Westküsten in beiden Continenten, wie auf die Temperatur-Aehnlichkeit der Westküste von Nordamerika in mittleren Breiten mit dem westlichen Europa aufmerksam gemacht*).

Selbst in nördlichen Breiten geben sehr genaue Beobachtungen einen auffallenden Unterschied zwischen der mittleren Jahrestemperatur der Ost- und Westküste von Amerika. Diese Temperatur ist zu Nain in Labrador (Br. 57° 10′) volle 3°, 8 unter dem Gefrierpunkte, während sie an der Nordwestküste in Neu-Archangelsk im russischen Amerika (Br. 57°, 3′) noch 6° 9 über dem Gefrierpunkte ist. An dem ersten Orte erreicht die mittlere Sommertemperatur kaum 6°, 2, während sie am zweiten noch 13° 8 ist. Peking (39° 54′) an der Ostküste von Asien hat eine mittlere Jahrestemperatur (11°, 3), die über 5° geringer ist als die des etwas nördlicher liegenden Neapels. Die mittlere Temperatur des Winters in Peking ist wenigstens 3° unter dem Gefrierpunkt, wenn sie im westlichen Europa, selbst zu Paris (48° 50′), volle 3°, 3 über dem Gefrierpunkt erreicht. Peking hat also eine mittlere Winterkälte, die 2°½ größer ist als das siebzehn Breitengrade nördlichere Kopenhagen.

Wir haben schon oben der Langsamkeit gedacht, mit welcher die große Wassermasse des Oceans den Temperaturveränderungen der Atmosphäre folgt, und wie dadurch das Meer temperaturausgleichend wirkt. Es mäßigt dasselbe gleichzeitig die Rauheit des Winters und die Hitze des Sommers. Daraus entsteht ein zweiter wichtiger Gegensatz: der zwischen dem Insel- oder Küstenklima, welches alle gegliederte, busen- und halbinselreiche Continente genießen, und dem Klima des Inneren großer Massen festen Landes. Dieser merkwürdige Gegensatz ist in seinen mannigfaltigen Erscheinungen, in seinem Einflusse auf die Kraft der Vegetation und das Gedeihen des Ackerbaues, auf die Durchsichtigkeit des Himmels, die Wärmestrahlung der Erdoberfläche und die Höhe der ewigen Schneegrenze zuerst in Leopolds von Buch Werken vollständig entwickelt worden. Im Innern des asiatischen Continents haben Tobolsk, Barnaul am Obi und Irkutsk Sommer wie in Berlin, Münster und Cherbourg in der Normandie; aber diesen Sommern folgen Winter, in welchen der kälteste Monat die schreckhafte Mitteltemperatur von — 18° bis — 20° hat. In den Sommermonaten sieht man wochenlang das Thermometer auf 30° und 31°. Solche Continental-Klimate sind daher mit Recht von dem auch in Mathematik und Physik so erfahrenen Buffon excessive genannt worden; und die Einwohner, welche in Ländern der excessiven Klimate leben, scheinen fast verdammt, wie Dante†) im Purgatorio singt,

a sofferir tormenti caldi e geli.

Ich habe in keinem Erdtheile, selbst nicht in den canarischen Inseln oder in Spanien oder im südlichen Frankreich, herrlicheres Obst, besonders schönere Weintrauben, gesehen als in Astrachan nahe den Ufern des caspischen Meeres (46° 21′). Bei einer mittleren Temperatur des Jahres von etwa 9° steigt die mittlere Sommerwärme auf 21°, 2, wie um Bor-

*) Georg Forster, kleine Schriften Th. III. 1794 S. 87; Dove in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 289; Kämtz, Meteorologie Bd. II. S. 41, 43, 67 und 96; Arago in den Comptes rendus T. I. p. 268.

†) Dante, Divina Commedia, Purgatorio canto III.

Wenn man in der **thermischen Scale** der **Culturarten***) von denen anhebt, die das heißeste Klima erfordern, also von der Vanille, dem Cacao, dem Pisang und der Cocospalme zu Ananas, Zuckerrohr, Caffee, fruchttragenden Dattelbäumen, Baumwolle, Citronen, Oelbaum, ächten Kastanien, trinkbarem Weine herabsteigt; so lehrt die genaue geographische Betrachtung der **Culturgrenzen** gleichzeitig in der Ebene und an dem Abhange der Berge, daß hier andere klimatische Verhältnisse als die mittlere Temperatur des Jahres wirken. Um nur des einzigen Beispiels des Weinbaues zu erwähnen, so erinnere ich, daß, um **trinkbaren**†) Wein hervorzubringen, nicht bloß die Jahreswärme 9°½ übersteigen, sondern auch einer Wintermilde von mehr als + 0°,5 eine mittlere Sommertemperatur von wenigstens 18° folgen muß. Bei Bordeaux am Flußthal der Garonne (Br. 44° 50′) sind die Temperaturen des Jahres, des Winters, des Sommers und des Herbstes 13°,8; 6°,2; 21°,7 und 14°,4. In den baltischen Ebenen (Br. 52°½), wo ungenießbare Weine erzeugt, und doch getrunken werden, sind diese Zahlen 8°,6; — 0°,7; 17°,6 und 8°,6. Wenn es befremdend scheinen kann, daß die großen Verschiedenheiten, welche die vom Klima begünstigte oder erschwerte **Weincultur** zeigt, sich nicht noch deutlicher in unseren Thermometerangaben offenbaren; so wird diese Befremdung durch die Betrachtung vermindert, daß ein im Schatten beobachtetes gegen die Wirkungen der directen Insolation und nächtlichen Strahlung fast geschütztes Thermometer nicht in allen Theilen des Jahres bei periodischen Wärmeveränderungen die wahre oberflächliche Temperatur des die ganze Insolation empfangenden Bodens anzeigt.

Wie das milde, jahrzeitengleichere Küstenklima der **Halbinsel** Bretagne sich zum winterkälteren und sommerheißeren Klima der übrigen compacten Ländermasse von Frankreich verhält, so verhält sich gewissermaßen Europa zum großen Festlande von Asien, dessen westliche Halbinsel es bildet. Europa verdankt sein sanfteres Klima: der Existenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den aufsteigenden Luftstrom begünstigend, einen festen wärmestrahlenden Boden der Tropenregion darbietet, während südlich von Asien die Aequatorialgegend meist ganz oceanisch ist; seiner Gliederung und Meeresnähe an der

---

*) **Humboldt** a. a. O. p. 156—161; **Meyen** in seinem Grundriß der Pflanzengeographie 1836 S. 379—467; **Boussingault**, Économie rurale T. II. p. 675.

†) Unten folgt eine die europäische Weincultur erläuternde Tabelle in absteigender Scale, gleichsam die Verschlechterung des Weines nach Maaßgabe der klimatischen Verhältnisse darstellend. S. meine Asie centrale T. III. p. 159. Den Beispielen, welche im Text des Kosmos über die Weincultur bei Bordeaux und Potsdam gegeben worden, sind noch die numerischen Verhältnisse der Rhein- und Maingegenden (Br. 48° 35′—50° 7′) beigefügt. Cherbourg (Normandie) und Irland offenbaren am deutlichsten, wie bei Temperaturverhältnissen, welche von denen des innern Landes nach Angabe der im Schatten beobachteten Thermometer wenig verschieden sind, die Pflanze bei heiterem sonnigen oder durch Nebel verschleiertem Himmel reife oder unreife Früchte trägt. Die große Uebereinstimmung in der Vertheilung der Jahreswärme unter die verschiedenen Jahreszeiten, welche die Angaben vom Rhein- und Mainthale darbieten, zeugt für die Genauigkeit der angewandten meteorologischen Beobachtungen. Als Winter sind, wie in meteorologischen Tabellen am vortheilhaftesten ist, die Monate December, Januar und Februar gerechnet. Die Thermometergrade sind, wie im ganzen **Kosmos**, in hunderttheiliger Scale. Wenn man die Qualität der Weine in Franken oder den baltischen Ländern mit der mittleren Temperatur der Sommer- und Herbstmonate um Würzburg und Berlin vergleicht, so ist man fast verwundert, nur 1° bis 1°,2 Unterschied zu finden; aber die Frühlings-Temperaturen sind um 2° verschieden; und die **Blüthezeit** der Rebe bei späten Maifrösten, nach einem ebenfalls um 2° kälteren Winter, ist ein eben so wichtiges Element als die Zeit der späten Reife der Traube und die Wirkung des **directen**, nicht zerstreuten (**diffusen**) Lichtes bei unverdeckter Sonnenscheibe. Der im Text berührte Unterschied zwischen der wahren oberflächlichen Bodentemperatur und den Angaben eines im Schatten beobachteten geschützten Thermometers ist von Dove durch funfzehnjährige Resultate aus dem Garten zu Chiswick bei London ergründet worden. (Bericht über die Verhandl. der Berl. Akad. der Wiss. August 1844 S. 285.)

Orte.	Breite.		Höhe in Toisen.	Jahr.	Winter.	Frühjahr.	Sommer.	Herbst.	Beobachtungs-Jahre.
Bordeaux	44°	50	4	13°,9	6°,1	13°,4	21°,7	14°,4	10
Strasburg	48	35	75	9,8	1,2	10,0	18,1	10,0	35
Heidelberg	49	24	52	9,7	1,1	10,0	17,9	9,9	20
Mannheim	49	29	47	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8	12
Würzburg	49	48	88	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7	27
Frankfurt a. M.	50	7	60	9,6	0,8	10,0	18,0	9,7	19
Berlin	52	31	16	8,6	-0,6	8,1	17,5	8,6	22
Cherbourg kein Wein	49	39	0	11,2	5,2	10,4	16,5	12,5	3
Dublin	53	23	0	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8	13

westlichen Küste der **alten Feste**, dem eisfreien Meere, da, wo es sich gegen Norden a
dehnt. Europa würde demnach kälter werden*), wenn Afrika, vom Meere überflut
unterginge; wenn die mythische Atlantis aufstiege und Europa mit Nordamerika verbän
wenn der wärmende Golfstrom nicht in die nördlichen Meere sich ergösse, oder wenn
anderes festes Land sich, vulkanisch gehoben, zwischen die scandinavische Halbinsel
Spitzbergen einschöbe. Sieht man in Europa die mittleren Jahrestemperaturen sin
indem man unter denselben Parallelkreisen von der atlantischen Küste, von Frankreich
durch Deutschland, Polen und Rußland gegen die Uralkette, also von Westen nach O
fortschreitet; so ist die Hauptursach dieses Erkältungsphänomens in der nach und n
minder gegliederten, compacteren, an Breite zunehmenden Form des Continents, in
Entfernung des kälteminderndem Meeres, wie in dem schwächeren Einflusse der Westwi
zu suchen. Jenseits des Urals werden diese Westwinde schon erkältende **Landwin**
wenn sie über weite mit Eis und Schnee bedeckte Länderstrecken fortwehen. Die Kälte
westlichen Sibiriens wird durch solche Verhältnisse der Ländergestaltung und Luftströmu
keinesweges†) aber, wie schon Hippokrates und Trogus Pompejus annahmen und noch
rühmte Reisende des 18ten Jahrhunderts fabelten, durch große Höhe des Bodens ü
dem Meeresspiegel, erzeugt.

Wenn wir von der Temperaturverschiedenheit in der Ebene zu den Unebenheiten
polyedrischen Gestalt der Oberfläche unsres Planeten übergehen; so betrachten wir die G
birge entweder nach ihrem Einfluß auf das Klima der benachbarten Tiefländer, oder n
den Einwirkungen, die sie, in Folge der hypsometrischen Verhältnisse, auf ihre eigenen,
in **Hochebenen** erweiterten Gipfel ausüben. Die Gruppirung der Berge in Berg
ten theilt die Erdoberfläche in verschiedene Becken, in oft eng umwallte Randthäler, circ
artige Kessel, die (wie in Griechenland und in einem Theile von Kleinasien) das Kl
örtlich in Hinsicht auf Wärme, Feuchtigkeit und Durchsichtigkeit der Luft, auf Häu
keit der Winde und der Gewitter **individualisiren**. Diese Umstände haben vo
her einen mächtigen Einfluß ausgeübt auf die Natur der Erzeugnisse und die Wahl
Culturen, auf Sitten, Verfassungsformen und Abneigung benachbarter Volksstämme ge
einander. Der Charakter der **geographischen Individualität** erreicht so
sagen da sein Maximum, wo die Verschiedenheiten der Bodengestaltung in verticaler
horizontaler Richtung, im Relief und in der Gliederung der Continente die möglich gr
ten sind. Mit solchen Bodenverhältnissen contrastiren die Steppen des nördlichen Asi
die Grasebenen (**Savanen**, **Llanos** und **Pampas**) des Neuen Continents, die He
länder (Ericeta) Europa's, die Sand- und Steinwüsten von Afrika.

Das Gesetz der mit der Höhe abnehmenden Wärme unter verschiedenen Breiten ist e
der wichtigsten Gegenstände für die Kenntniß meteorologischer Processe, für die Geogra
der Pflanzen, die Theorie der irdischen Strahlenbrechung und die verschiedenen Hypothe
welche sich auf die Bestimmung der Höhe der Atmosphäre beziehen. Bei den vielen B
reisen, die ich in und außerhalb der Tropen habe unternehmen können, ist die Ergründ
dieses Gesetzes ein vorzüglicher Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen‡).

Seitdem man die wahren Verhältnisse der Wärmevertheilung auf der Oberfläche
Erde, d. i. die **Inflexionen** der Isothermen und Isotheren und den ungleichen Abs
derselben von einander, in den verschiedenen östlichen und westlichen Temperatur-Syste
von Asien, Mitteleuropa und Nordamerika, etwas genauer kennt; darf man nicht mehr

*) Vergl. meine Abhandlung über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit auf der Erdoberfläche in den Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1827 S. 311.

†) Die sibirische Bodenfläche zwischen Tobolsk, Tomsk und Barnaul vom Altai zum Eismeere liegt nicht so hoch als Mannheim und Dresden; ja selbst weit in Osten vom Jenisei liegt Irkutsk (208 Toisen) noch ⅓ niedriger als München.

‡) **Humboldt**, Recueil d'Observations astro[nomiques] T. I. p. 126—140; Relation historique T. p. 119, 141 und 227; **Biot** in der Connaissance [des] temps pour l'an 1841 p. 90—109.

allgemeinen die Frage aufwerfen, welcher Bruchtheil der mittleren Jahres- oder Sommerwärme einer Veränderung der geographischen Breite von 1° entspricht, wenn man auf demselben Meridian fortschreitet. In jedem Systeme gleicher Krümmung der Isothermen herrscht ein inniger und nothwendiger Zusammenhang zwischen drei Elementen: der Wärmeabnahme in senkrechter Richtung von unten nach oben; der Temperaturverschiedenheit bei einer Aenderung von 1° in der geographischen Breite; der Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergstation und der Polardistanz eines im Meeresspiegel gelegenen Punktes.

In dem ostamerikanischen Systeme verändert sich die mittlere Jahrestemperatur von der Küste von Labrador bis Boston jeden Breitengrad um 0°,88, von Boston bis Charleston um 8°,95; von Charleston bis zum Wendekreise des Krebses in Cuba hin wird die Veränderung aber langsamer: sie ist dort nur 0°,66. In der Tropenzone selbst nimmt die Langsamkeit dergestalt zu, daß von der Havana bis Cumana die einem Breitengrade zukommende Variation nur noch 0°,20 beträgt.

Ganz anders ist es in dem System der Isothermen von Mitteleuropa. Zwischen den Parallelen von 38° und 71° finde ich die Temperaturabnahme sehr übereinstimmend ½ Grad für einen Breitengrad. Da nun in demselben Mitteleuropa die Abnahme der Wärme 1° und 80 bis 87 Toisen (480 bis 522 Fuß) senkrechter Höhe beträgt, so ergiebt sich hieraus, daß 40—44 Toisen (250—264 Fuß) der Erhebung über dem Meeresspiegel dort einem Breitengrad entsprechen. Die mittlere Jahrestemperatur des Bernhard-Klosters, das 1278 Toisen (7668 Fuß) hoch, in 45° 50′ Breite liegt, würde sich also in der Ebene bei einer Breite von 75° 50′ wiederfinden.

In dem Theile der Andeskette, welcher in die Tropenzone fällt, haben meine bis zu 18000 Fuß Höhe angestellten Beobachtungen die Wärmeabnahme von 1° auf 96 Toisen (576 Fuß) gegeben; mein Freund Boussingault hat 30 Jahre später als Mittelresultat 90 Toisen (540 Fuß) gefunden. Durch Vergleichung der Orte, welche in den Cordilleren in gleicher Höhe über dem Meere am Abhange selbst oder in weit ausgedehnten Hochebenen liegen, habe ich in den letzteren eine Zunahme der Jahrestemperatur von 1°½ bis 2°,3 beobachtet. Ohne die nächtliche erkältende Wärmestrahlung würde der Unterschied noch größer sein. Da die Klimate schichtenweise übereinander gelagert sind, von den Cacaowäldern des Tieflandes bis zum ewigen Schnee, und da die Wärme in der Tropenzone während des ganzen Jahres sich nur sehr wenig ändert, so kann man sich eine ziemlich genaue Vorstellung von den Temperaturverhältnissen machen, welchen die Bewohner der großen Städte in der Andeskette ausgesetzt sind, wenn man diese Verhältnisse mit der Temperatur gewisser Monate in den Ebenen von Frankreich und Italien vergleicht. Während daß an den Waldufern des Orinoco täglich eine Wärme herrscht, welche um 4° die des Monats August zu Palermo übertrifft; findet man, indem man die Andeskette ersteigt, zu Popayan (911ᵗ) die drei Sommermonate von Marseille, zu Quito (1492ᵗ) das Ende des Monats Mai zu Paris, und auf den mit krüppligem Alpengesträuch bewachsenen, aber noch blüthenreichen Paramos (1800ᵗ) den Anfang des Monats April zu Paris.

Der scharfsinnige Peter Martyr de Anghiera, einer der Freunde von Christoph Columbus, ist wohl der Erste gewesen, welcher (nach der im October 1510 unternommenen Expedition von Rodrigo Enrique Colmenares) erkannt hat, daß die Schneegrenze immer höher steigt, je mehr man sich dem Aequator nähert. Ich lese in dem schönen Werke De rebus Oceanicis *); „der Fluß Gaira kommt von einem Berge (in der Sierra Nevada de Santa Maria) herab, welcher nach Aussage der Reisegefährten des Colmenares höher ist als alle bisher entdeckten Berge. Er muß es ohne Zweifel sein, wenn er in einer Zone, die von

*) Anglerius de Rebus Oceanicis Dec. II. lib. II. p. 140 (ed. Col. 1574). In der Sierra de Santa Marta, deren höchste Gipfel 18000 Fuß Höhe zu übersteigen scheinen (s. meine Relat. hist. T. III. p. 214), heißt noch jetzt eine Spitze Pico de Gaira.

der Aequinoctiallinie höchstens 10° absteht, den Schnee dauernd behält.“ Die untere Grenze des ewigen Schnees in einer gegebenen Breite ist die Sommergrenze der Schneelinie, d. i. das Maximum der Höhe, bis zu welcher sich die Schneelinie im Laufe des ganzen Jahres zurückzieht. Man muß von dieser Höhe drei andere Phänomene unterscheiden: die jährliche Schwankung der Schneegrenze; das Phänomen des sporadischen Schneefalles; und das der Gletscher, welche der gemäßigten und kalten Zone eigenthümlich scheinen, und über welche, nach Saussure's unsterblichem Werke über die Alpen, in diesen letzten Jahren Venetz, Charpentier und mit ruhmwürdiger, gefahrentrotzender Ausdauer Agassiz neues Licht verbreitet haben.

Wir kennen nur die untere, nicht die obere Grenze des ewigen Schnees; denn die Berge der Erde steigen nicht hinauf bis zu der ätherisch-olympischen Höhe, zu den dünnen, trockenen Luftschichten, von welchen man mit Bouguer vermuthen kann, daß sie nicht mehr Dunstbläschen, in Eiskrystalle verwandelt, dem Auge sichtbar darbieten würden. Die untere Schneegrenze ist aber nicht bloß eine Function der geographischen Breite oder der mittleren Jahrestemperatur; der Aequator, ja selbst die Tropenregion, ist nicht, wie man lange gelehrt hat, der Ort, an welchem die Schneegrenze ihre größte Erhebung über dem Niveau des Oceans erreicht. Das Phänomen, das wir hier berühren, ist ein sehr zusammengesetztes, im allgemeinen von Verhältnissen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggestaltung abhängig. Unterwirft man diese Verhältnisse einer noch specielleren Analyse, wie eine große Menge neuerer Messungen*) es erlauben, so erkennt man als gleichzeitig bestimmende Ursachen: die Temperaturdifferenz der verschiedenen Jahreszeiten; die Richtung der herrschenden Winde und ihre Berührung mit Meer und Land; den Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftschichten; die absolute Größe (Dicke) der gefallenen und aufgehäuften Schneemassen; das Verhältniß der Schneegrenze zur Gesammthöhe des Berges; die relative Stellung des letzteren in der Bergkette; die Schroffheit der Abhänge; die Nähe anderer, ebenfalls perpetuirlich mit Schnee bedeckter Gipfel; die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebene, aus welcher der Schneeberg isolirt oder als Theil einer Gruppe (Kette) aufsteigt, und die eine Seeküste oder der innere Theil eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, sandig und dürre und mit nackten Felsplatten bedeckt, oder ein feuchter Moorboden sein kann.

Während daß die Schneegrenze in Südamerika unter dem Aequator eine Höhe erreicht, welche der des Gipfels des Montblanc in der Alpenkette gleich ist, und sie im Hochlande von Mexico gegen den nördlichen Wendekreis hin, in 19° Breite, nach neueren Messungen, sich ohngefähr um 960 Fuß senkt; steigt sie nach Pentland in der südlichen Tropenzone (Br. 14°½—18°), nicht in der östlichen, sondern in der meernahen westlichen Andeskette von Chili, mehr als 2500 Fuß höher als unter dem Aequator unfern Quito, am Chimborazo, am Cotopaxi und am Antisana. Der Dr. Gillies behauptet sogar noch weit südlicher, am Abhange des Vulkans von Peuquenes (Br. 33°), die Schneehöhe bis zwischen 2270 und 2350 Toisen Höhe gefunden zu haben. Die Verdunstung des Schnees bei der Strahlung in einer im Sommer überaus trockenen Luft gegen einen wolkenfreien Himmel ist so mächtig, daß der Vulkan von Aconcagua nordöstlich von Valparaiso (Br. 32°½), welchen die Expedition des Beagle noch um mehr als 1400 Fuß höher als den Chimborazo fand, einst ohne Schnee gesehen wurde†).

In der fast gleichen nördlichen Breite (30¾ bis 31°), am Himalaya liegt die Schneegrenze am südlichen Abhange ohngefähr in der Höhe (2030 Toisen oder 12180 Fuß), in

*) Vergl. meine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären von 71° ¼ nördlicher bis 53° 54' südlicher Breite in Asie centrale T. III, p. 360.

†) Darwin, Journal of the voyages of the Adventure and Beagle p. 297. Da der Vulkan von Aconcagua zu der Zeit nicht im Ausbruch begriffen war, so darf man wohl nicht das merkwürdige Phänomen der Schneelosigkeit (wie bisweilen am Cotopaxi) innerer Durchwärmung (dem Ausziehen erhitzter Luft auf Spalten) zuschreiben. (Gillies im Journal of Nat. Science 1830 p. 316.)

welcher man sie nach mehrfachen Combinationen und Vergleichungen mit andern Bergketten vermuthen konnte; am nördlichen Abhange aber, unter der Einwirkung des Hochlandes von Tübet, dessen mittlere Erhebung an 1800 Toisen (10800 Fuß) zu sein scheint, liegt die Schneegrenze 2600 Toisen (15600 Fuß) hoch. Diese, in Europa und Indien oft bestrittene Erscheinung, über deren Ursachen ich seit dem Jahre 1820 meine Ansichten in mehreren Schriften entwickelt habe*), gewährt mehr als ein bloß physikalisches Interesse; sie hat einen wichtigen Einfluß auf das Leben zahlreicher Volksstämme ausgeübt. Meteorologische Processe des Luftkreises gestatten und entziehen dem Ackerbau oder dem Hirtenleben weite Erdstriche eines Continents.

Da mit der Temperatur die Dampfmenge des Luftkreises zunimmt, so ist dieses, für die ganze organische Schöpfung so wichtige Element nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen verschieden. Das neuerlichst so allgemein verbreitete Verfahren, durch Anwendung von August's Psychrometer, nach Dalton's und Daniell's Ideen, vermittelst des Unterschiedes des Thaupunkts und der Luftwärme die relative Dampfmenge oder den Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu bestimmen, hat unsere Kenntniß der hygrometrischen Verhältnisse der Erdoberfläche ansehnlich vermehrt. Temperatur, Luftdruck und Windrichtung stehen im innigsten Zusammenhange mit der belebenden Feuchtigkeit der Luftschichten. Diese Belebung ist aber nicht sowohl Folge der unter verschiedenen Zonen aufgelösten Dampfmenge, sondern der Art und Frequenz der Niederschläge als Thau, Nebel, Regen und Schnee, welche den Boden benetzen. Nach der Ermittelung des Drehungsgesetzes von Dove und den Ansichten dieses ausgezeichneten Physikers †) ist in unserer nördlichen Zone „die Elasticität des Dampfes am größten bei Südwestwind, am kleinsten bei Nordostwind. Auf der Westseite der Windrose vermindert

*) S. mein Second Mémoire sur les Montagnes de l'Inde in den Annales de Chimie et de Physique T. XIV. p. 5—55 und Asie centrale T. III p. 281—327. Während in Indien selbst die gründlichsten und erfahrensten Reisenden, Colebrooke, Webb und Hodgson, Victor Jacquemont, Forbes Royle, Carl von Hügel und Vigne, welche alle den Himalaya aus eigener Anschauung kannten, die größere Höhe der Schneegrenze am tübetischen Abfall bekräftigt hatten; wurde die Thatsache von John Gerard, von dem Geognosten Mac Clelland, Herausgeber des Calcutta Journal, und vom Lieutenant Thomas Hutton (Assistant Surveyor of the Agra Division) in Zweifel gestellt. Die Erscheinung meines Werkes über Central-Asien hat den Streit von neuem angefacht. Ein eben angekommenes Stück des ostindischen Journals für Naturgeschichte (Mac Clelland and Griffith, the Calcutta Journal of natural history Vol. IV. 1844 January) enthält aber eine merkwürdige und sehr entscheidende Erklärung über die Schneegrenzen am Himalaya. Herr Batten (Bengal Service) schreibt aus dem Lager von Semulka am Cosillah River in der Provinz Kumaon: „Erst spät, aber mit Verwunderung, lese ich die Behauptungen des Herrn Thomas Hutton über die Grenze des ewigen Schnees. Ich bin es der Wissenschaft um so mehr schuldig solchen Behauptungen zu widersprechen, als Herr Mac Clelland so weit geht, von dem Verdienste zu sprechen, welches sich Herr Hutton (Journal of the Asiatic Society of Bengal Vol. IX. Calcutta 1840 p. 575, 578 und 580) dadurch soll erworben haben, daß er einen weit verbreiteten Irrthum aufgedeckt. Es wird sogar irrig behauptet, daß jeder, welcher das Himalaya-Gebirge durchstrichen ist, Hutton's Zweifel theilen müsse. Ich bin Einer von denen, die den westlichen Theil unsrer mächtigen Gebirgskette am meisten besucht haben. Ich war durch den Borendo-Paß in das Buspa-Thal und das untere Kunawur-Land gekommen, und durch den hohen Rupin-Paß in die Rewaien-Berge von Gurwal zurückgekehrt. Ich drang vor zu den Quellen des Jumna bis Jumnotri, wendete mich von da zu den Ganges-Zuflüssen von Mundakni und Wischnu-Aluknunda nach Kadarnath und dem berühmten Schneegipfel von Nundidevi. Mehrmals wanderte ich über den Niti-Paß nach dem tübetischen Hochlande. Die Ansiedelung von Bhote-Mehals habe ich selbst gestiftet. Mein Wohnsitz mitten im Gebirge hat mich seit sechs Jahren ununterbrochen mit europäischen und eingebornen Reisenden in Verkehr gesetzt, mit solchen, die ich auf das sorgfältigste über den Anblick des Landes habe befragen können. Nach allen auf diese Weise eingesammelten Erfahrungen bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, und bereit dieselbe überall zu vertheidigen, daß in dem Himalaya die Grenze des ewigen Schnees an dem nördlichen (tübetischen) Abhange höher liegt als an dem südlichen (indischen) Abhange. Herr Hutton verunstaltet das Problem, indem er Humboldt's allgemeine Ansicht der Erscheinung zu widerlegen glaubt; er ficht gegen ein von ihm selbst geschaffenes Phantasiebild, er sucht zu beweisen, was wir ihm gern zugeben, daß an einzelnen Bergen des Himalaya der Schnee länger auf der nördlichen als auf der südlichen Seite liegen geblieben ist." (Vergl. auch oben die Note † zu Seite 11.) Wenn die mittlere Höhe des tübetischen Hochlandes 1800 Toisen (10800 Fuß) ist, so kann man dasselbe mit dem lieblich fruchtbaren peruanischen Plateau von Caramarca vergleichen. Es ist nach dieser Ansicht aber noch 1200 Fuß niedriger als die Hochebene von Bolivia um den See von Titicaca und als das Straßenpflaster der Stadt Potosi. Ladak liegt nach Vigne's Messung mittelst der Bestimmung des Siedepunkts 1563 Toisen hoch. Wahrscheinlich ist dies auch die Höhe von H'Lassa (Yul-sung), einer Mönchsstadt, welche chinesische Schriftsteller das Reich der Freude nennen und welche mit Weinbergen umgeben ist. Sollten diese nicht in tief eingeschnittenen Thälern liegen?

†) Vergl. Dove, meteorologische Vergleichung von Nordamerika und Europa, in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 311, und dessen Meteorologische Untersuchungen S. 140.

der Aequinoctiallinie höchstens 10° absteht, den Schnee dauernd behält." Die untere Grenze des ewigen Schnees in einer gegebenen Breite ist die Sommergrenze der Schneelinie, d. i. das Maximum der Höhe, bis zu welcher sich die Schneelinie im Laufe des ganzen Jahres zurückzieht. Man muß von dieser Höhe drei andere Phänomene unterscheiden: die jährliche Schwankung der Schneegrenze; das Phänomen des sporadischen Schneefalles; und das der Gletscher, welche der gemäßigten und kalten Zone eigenthümlich scheinen, und über welche, nach Saussure's unsterblichem Werke über die Alpen, in diesen letzten Jahren Venetz, Charpentier und mit ruhmwürdiger, gefahrentrotzender Ausdauer Agassiz neues Licht verbreitet haben.

Wir kennen nur die untere, nicht die obere Grenze des ewigen Schnees; denn die Berge der Erde steigen nicht hinauf bis zu der ätherisch-olympischen Höhe, zu den dünnen, trockenen Luftschichten, von welchen man mit Bouguer vermuthen kann, daß sie nicht mehr Dunstbläschen, in Eiskrystalle verwandelt, dem Auge sichtbar darbieten würden. Die untere Schneegrenze ist aber nicht bloß eine Function der geographischen Breite oder der mittleren Jahrestemperatur; der Aequator, ja selbst die Tropenregion, ist nicht, wie man lange gelehrt hat, der Ort, an welchem die Schneegrenze ihre größte Erhebung über dem Niveau des Oceans erreicht. Das Phänomen, das wir hier berühren, ist ein sehr zusammengesetztes, im allgemeinen von Verhältnissen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggestaltung abhängig. Unterwirft man diese Verhältnisse einer noch specielleren Analyse, wie eine große Menge neuerer Messungen*) es erlauben, so erkennt man als gleichzeitig bestimmende Ursachen: die Temperaturdifferenz der verschiedenen Jahreszeiten; die Richtung der herrschenden Winde und ihre Berührung mit Meer und Land; den Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit der oberen Luftschichten; die absolute Größe (Dicke) der gefallenen und aufgehäuften Schneemassen; das Verhältniß der Schneegrenze zur Gesammthöhe des Berges; die relative Stellung des letzteren in der Bergkette; die Schroffheit der Abhänge; die Nähe anderer, ebenfalls perpetuirlich mit Schnee bedeckter Gipfel; die Ausdehnung, Lage und Höhe der Ebene, aus welcher der Schneeberg isolirt oder als Theil einer Gruppe (Kette) aufsteigt, und die eine Seeküste oder der innere Theil eines Continents, bewaldet oder eine Grasflur, sandig und dürre und mit nackten Felsplatten bedeckt, oder ein feuchter Moorboden sein kann.

Während daß die Schneegrenze in Südamerika unter dem Aequator eine Höhe erreicht, welche der des Gipfels des Montblanc in der Alpenkette gleich ist, und sie im Hochlande von Mexico gegen den nördlichen Wendekreis hin, in 19° Breite, nach neueren Messungen, sich ohngefähr um 960 Fuß senkt; steigt sie nach Pentland in der südlichen Tropenzone (Br. 14°½—18°), nicht in der östlichen, sondern in der meernahen westlichen Andeskette von Chili, mehr als 2500 Fuß höher als unter dem Aequator unfern Quito, am Chimborazo, am Cotopaxi und am Antisana. Der Dr. Gillies behauptet sogar noch weit südlicher, am Abhange des Vulkans von Peuquenes (Br. 33°), die Schneehöhe bis zwischen 2270 und 2350 Toisen Höhe gefunden zu haben. Die Verdunstung des Schnees bei der Strahlung in einer im Sommer überaus trockenen Luft gegen einen wolkenfreien Himmel ist so mächtig, daß der Vulkan von Aconcagua nordöstlich von Valparaiso (Br. 32°½), welchen die Expedition des Beagle noch um mehr als 1400 Fuß höher als den Chimborazo fand, einst ohne Schnee gesehen wurde†).

In der fast gleichen nördlichen Breite (30¾ bis 31°), am Himalaya liegt die Schneegrenze am südlichen Abhange ohngefähr in der Höhe (2030 Toisen oder 12180 Fuß), in

*) Vergl. meine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären von 71° ¼ nördlicher bis 53° 54' südlicher Breite in Asie centrale T. III, p. 360.

†) Darwin, Journal of the voyages of the Adventure and Beagle p. 297. Da der Vulkan von Aconcagua zu der Zeit nicht im Ausbruch begriffen war, so darf man wohl nicht das merkwürdige Phänomen der Schneelosigkeit (wie bisweilen am Cotopaxi) innerer Durchwärmung (dem Ausziehen erhitzter Luft auf Spalten) zuschreiben. (Gillies im Journal of Nat. Science 1830 p. 316.)

Nach Arago's Untersuchungen, den umfassendsten, welche wir bisher über diesen schwierigen Theil der Meteorologie besitzen, sind die Lichtentbindungen (Blitze) dreierlei Art: zickzackförmige, scharf an den Rändern begrenzte; Blitze, die das ganze, sich gleichsam öffnende Gewölk erleuchten; Blitze in Form von Feuerkugeln *). Wenn die ersteren beiden Arten kaum 1/1000 der Secunde dauern, so bewegen sich dagegen die globulären Blitze weit langsamer; ihre Erscheinung hat eine Dauer von mehreren Secunden. Bisweilen (und neue Beobachtungen bestätigen das schon von Nicholson und Beccaria beschriebene Phänomen) werden ganz ohne vernehmbaren Donner, ohne Anzeige von Gewitter isolirte Wolken, welche hoch über dem Horizont stehn, ohne Unterbrechung auf lange Zeit leuchtend im Innern und an den Rändern, auch hat man fallende Hagelkörner, Regentropfen und Schneeflocken ohne vorhergegangenen Donner leuchten gesehn. In der geographischen Vertheilung der Gewitter bietet das peruanische Küstenland, in dem es nie blitzt und donnert, den auffallendsten Contrast mit der ganzen übrigen Tropenzone dar, in welcher sich zu gewissen Jahreszeiten fast täglich, 4 bis 5 Stunden nach der Culmination der Sonne, Gewitter bilden. Nach den vielen von Arago gesammelten Zeugnissen der Seefahrer (Scoresby, Parry, Roß, Franklin) ist nicht zu bezweifeln, daß im allgemeinen im hohen Norden zwischen 70° und 75° Breite electrische Explosionen überaus selten †) sind.

Der meteorologische Theil des Naturgemäldes, welchen wir hier beschließen, zeigt, daß alle Processe der Lichtabsorption, der Wärmeentbindung, der Elasticitätsveränderung, des hygrometrischen Zustandes und der electrischen Spannung, welche das unermeßliche Luftmeer darbietet, so innig mit einander zusammenhangen, daß jeder einzelne meteorologische Proceß durch alle anderen gleichzeitigen modificirt wird. Diese Mannigfaltigkeit der Störungen, die unwillkürlich an diejenigen erinnern, welche in den Himmelsräumen die nahen und besonders die kleinsten Weltkörper (Trabanten, Cometen, Sternschnuppen) in ihrem Laufe erleiden, erschwert die Deutung der verwickelten meteorologischen Erscheinungen; sie beschränkt und macht größtentheils unmöglich die Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen, welche für den Garten- und Landbau, für die Schifffahrt, für den Genuß und die Freuden des Lebens so wichtig wäre. Diejenigen, welche den Werth der Meteorologie nicht in die Kenntniß der Phänomene selbst, sondern in jene problematische Vorherbestimmung setzen, sind von der festen Ueberzeugung durchdrungen, daß der Theil der Naturwissenschaft, um den so viele Reisen in ferne Berggegenden unternommen worden sind, die Meteorologie, sich seit Jahrhunderten keiner Fortschritte zu rühmen habe. Das Vertrauen, das sie den Physikern entziehen, schenken sie dem Mondwechsel und gewissen lange berufenen Calendertagen.

„Große Abweichungen von der mittleren Temperaturvertheilung treten selten local auf, sie sind meist über große Länderstrecken gleichmäßig vertheilt. Die Größe der Abweichung ist an einer bestimmten Stelle ein Maximum und nimmt dann nach den Grenzen hin ab. Werden diese Grenzen überschritten, so findet man starke Abweichungen im entgegengesetzten Sinne. Gleichartige Witterungsverhältnisse finden sich häufiger von Süden nach Norden als von Westen nach Osten. Am Ende des Jahres 1829 (als ich meine sibirische Reise vollendete) fiel das Maximum der Kälte nach Berlin, während Nordamerika sich einer ungewöhnlichen Wärme erfreute. Es ist eine ganz willkührliche Annahme, daß auf einen strengen Winter ein heißer Sommer, auf einen milden Winter ein kühler Sommer folge." Die so verschiedenartig entgegengesetzten Witterungsverhältnisse neben einander liegender Länder oder zweier kornbauenden Continente bringen eine wohlthätige Ausgleichung in den Preisen vieler Producte des Wein- und Ackerbaues hervor. Man hat

---

*) A. a. O. p. 249—266 (vergl. p. 268—279).

†) A. a. O. p. 388—391. Der um die Meteorologie des asiatischen Nordens hoch verdiente Akademiker von Baer hat nicht die große Seltenheit der Gewitter in Island und Grönland in Abrede gestellt, er hat nur angezeigt (Bulletin de l'Acad. de St. Pétersbourg 1839 Mai) daß man auch in Novaja Semlja und Spitzbergen bisweilen habe donnern gehört.

mit Recht bemerkt, daß das Barometer allein uns andeute, was in allen*) Luftschichten über dem Beobachtungsorte bis zur äußersten Grenze der Atmosphäre in der Veränderung des Druckes vorgeht, während das Thermometer und Psychrometer uns nur über die örtliche Wärme und Feuchtigkeit der unteren, dem Boden nahen Schicht unterrichtet. Die gleichzeitigen thermischen und hygrometrischen Modificationen der oberen Luftregionen ergründen wir, wo unmittelbare Beobachtungen auf Bergen oder in aerostatischen Reisen fehlen, nur aus hypothetischen Combinationen, da das Barometer allerdings auch als Thermometer und Feuchtigkeitsbestimmer dienen kann. Wichtige Witterungsveränderungen haben nicht eine örtliche Ursach an dem Beobachtungsorte selbst; sie sind Folgen einer Begebenheit, die in weiter Ferne durch Störung des Gleichgewichts in den Luftströmungen begonnen hat, meist nicht an der Oberfläche der Erde, sondern in den höchsten Regionen: kalte oder warme, trockene oder feuchte Luft herbeiführend, die Durchsichtigkeit der Luft trübend oder aufheiternd, die gethürmte Haufenwolke in zartgefiederten Cirrus umwandelnd. Weil also Unzugänglichkeit der Erscheinungen sich zu der Vervielfältigung und Complication der Störungen gesellt, hat es mir immer geschienen, daß die Meteorologie ihr Heil und ihre Wurzel wohl zuerst in der heißen Zone suchen müsse: in jener glücklichen Region, wo stets dieselben Lüfte wehen, wo Ebbe und Fluth des atmosphärischen Druckes, wo der Gang der Hydrometeore, wo das Eintreten electrischer Explosionen periodisch wiederkehrend sind.

Nachdem wir, den ganzen Umfang des anorganischen Erdenlebens durchlaufend, den Planeten in seiner Gestaltung, seiner inneren Wärme, seiner electro-magnetischen Ladung, seinem Lichtprocesse an den Polen, seiner Vulcanismus genannten Reaction gegen die starre, mannigfach zusammengesetzte, äußere Rinde, endlich in den Erscheinungen seiner zwiefachen äußeren Hüllen (des Oceans und des Luftmeers) mit wenigen Zügen geschildert haben; könnte nach der älteren Behandlung der physischen Erdbeschreibung das Naturbild als vollendet betrachtet werden. Wo aber die Weltansicht zu einem höheren Standpunkte sich zu erheben strebt, würde jenes Naturbild seines anmuthigsten Reizes beraubt erscheinen, wenn es uns nicht zugleich die Sphäre des organischen Lebens in den vielen Abstufungen seiner typischen Entwicklung darböte. Der Begriff der Belebtheit ist so an den Begriff von dem Dasein der treibenden, unablässig wirksamen, entmischend schaffenden Naturkräfte geknüpft, welche in dem Erdkörper sich regen, daß in den ältesten Mythen der Völker diesen Kräften die Erzeugung der Pflanzen und Thiere zugeschrieben, ja der Zustand einer unbelebten Oberfläche unsres Planeten in die chaotische Urzeit kämpfender Elemente hinaufgerückt wurde. In das empirische Gebiet objectiver sinnlicher Betrachtung, in die Schilderung des Gewordenen, des dermaligen Zustandes unsres Planeten gehören nicht die geheimnißvollen und ungelösten Probleme des Werdens.

Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen†) fremd, wenn das Wort Geschichte

*) Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 285. Ueber Gegensätze der Wärmevertheilung in Osten und Westen, Europa und Nordamerika, s. Dove, Repertorium der Physik Bd. III. S. 392—395.)

†) Die Geschichte der Pflanzen, welche auf eine geistreiche Art und mit wenigen Zügen Endlicher und Unger geschildert haben (Grundzüge der Botanik 1843 S. 449—468), habe ich vor einem halben Jahrhundert in den meiner Unterirdischen Flora angehängten Aphorismen auf folgende Weise von der Pflanzen-Geographie getrennt: „Geognosia naturam animantem et inanimam vel, ut vocabulo minus apto, ex antiquitate saltem haud petito, utar, corpora organica aeque ac inorganica considerat. Sunt enim tria, quibus absolvitur, capita: Geographia oryctologica quam simpliciter Geognosiam vel Geologiam dicunt, virque acutissimus Wernerus egregie digessit; Geographia zoologica, cujus doctrinae fundamenta Zimmermannus et Treviranus jecerunt; et Geographia plantarum quam aequales nostri diu intactam reliquerunt. Geographia plantarum vincula et cognationem tradit, quibus omnia vegetabilia inter se connexa sint, terrae tractus quos teneant, in aerem atmosphaericum quae sit eorum vis ostendit, saxa atque rupes quibus potissimum algarum primordiis radicibusque destruantur docet, et quo pacto

hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenorgane bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Organisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an die Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die schwierige Frage zu erörtern über das „sich selbst Bewegende," d. h. über den Unterschied des vegetabilischen und thierischen Lebens, müssen wir zuerst nur darauf aufmerksam machen, daß, wenn wir von Natur mit microscopischer Sehkraft begabt, wenn die Integumente der Pflanzen vollkommen durchsichtig wären, das Gewächsreich uns nicht den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt unseren Sinnen erscheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe sind unaufhörlich durch die verschiedenartigsten Strömungen belebt. Es sind: Rotations-Strömungen, auf- und absteigend, sich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung körnigen Schleims offenbart, in Wasserpflanzen (Najaden, Characeen, Hydrochariden) und in den Haaren phanerogamischer Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botaniker Robert Brown entdeckte Molecularbewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei jeder äußersten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreisende Strömung der Milchsaft-Kügelchen (Cyclose) in einem System eigener Gefäße; endlich die sonderbaren, sich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Antheridien der Chara und den Reproductions-Organen der Lebermoose und Tangarten, in welchen der, der Wissenschaft zu früh entrissene Meyen ein Analogon der Spermatozoen der animalischen Schöpfung zu erkennen glaubte. Zählen wir zu diesen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch hinzu, was der Endosmose, den Processen der Ernährung und des Wachsthums, was den inneren Luftströmen zugehört; so haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns fast unbewußt, in dem stillen Pflanzenleben thätig sind.

Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organischen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geschildert habe, ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eise der

---

in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, *historia naturalis* perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomen, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaevum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque paulatim obtectam, fluminum inundantium impetu d[illegible]datam, iterumque siccatam et gramine v[illegible]morat. Igitur Historia zoologica, Historia plantarum et Historia oryctologica, quae non nisi pristinum orbis terrae statum indicant, a Geognosia probe distinguendae." (Humboldt, Flora Fribergensis subterranea, cui accedunt aphorismi ex Physiologia chemica plantarum, 1793, p. IX—X.) Ueber die sich selbst bestimmenden Bewegungen, von denen weiter unten im Texte die Rede ist, vergl. die merkwürdige Stelle des Aristoteles de Coelo II, 2 p. 284 Bekker, wo der Unterschied der belebten und unbelebten Körper in den inneren oder äußeren Bestimmungssitz der Bewegung gesetzt wird. Von der „ernährenden Pflanzenseele", sagt der Stagirite, geht keine Bewegung aus, weil die Pflanzen in einem „stillen, nicht zu erweckenden Schlummer liegen." (Aristot. de generat. animal. V, 1 p. 778 Bekker) und keine Begierden haben, die sie zur Selbstbewegung reizen (Aristot. de somno et vigil. cap. 1 p. 455 Bekker).

Polarländer" auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebenssphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unsichtbar kleines, microscopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größere nicht mehr gedeiht; die microscopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctischen Reise des Capitän James Roß gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von 78° 10', wurden über fünfzig Arten kieselschaliger Polygastren, ja Coscinodisken, mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselschalige Polygastren und Phytolitharien, und mit ihnen nur eine einzige kalkschalige Polythalamia, heraufgezogen."

Die bisher beobachteten oceanischen microscopischen Formen sind in weit überwiegender Menge die kieselschaligen, obgleich die Analyse des Meerwassers die Kieselerde nicht als wesentlichen Bestandtheil zeigt (und dieselbe wohl nur als schwebend gedacht werden kann). Der Ocean ist aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küsten nahe, mit unsichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungesehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf seiner Rückreise aus Van Diemens Land geschöpften Wasserproben (südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreisen im atlantischen Meere) für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, ohne besondere Färbung, ohne fragmentarisch schwimmende, den Oscillatorien unserer süßen Wasser ähnliche Filze kieselschaliger Fäden der Gattung Chaetoceros, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche microscopische selbstständige Organismen enthalte. Einige Polygastren von den Cockburn-Inseln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, scheinen über die ganze Erde verbreitet, andere sind beiden Polen gemeinsam*).

Es herrscht demnach, und die neuesten Beobachtungen bestätigen diese Ansicht, in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen vorzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: so ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist. Dem thierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unsern Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft mit einander gepaart†). In dem Thierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenberg's Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbsttheilung und rasche Vermehrung‡) die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die

*) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinste Leben im Ocean, gelesen in der Akad. der Wiss. zu Berlin am 9. Mai 1844.

†) Humboldt, Ansichten der Natur (2te Ausg. 1826) Bd. II. S. 21.

‡) Ueber Vermehrung durch Selbsttheilung des Mu-

… Monadinen, erreichen nur einen Durchmesser von 1/3000 e…
… vielschaligen Organismen in feuchten Gegenden unterird…
… Dache mehrerer Lachter.

… der Natur, anregend und wohlthätig dem fühlen… … an; am mächtigsten wird er gegen den Aequator hin, in … der Bambusen und der baumartigen Farn, da wo von … Meeresufer der Boden sich bis zur ewigen Schneegrenze … der Pflanzen und Thiere umfassen fast alle Höhen und Tie… … in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch … Weitungen entstanden sind, auch in natürlichen Höhlen, … Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteorische Ta… … dringen konnten, habe ich schneeweiße Stalaktitenwände mit … bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eisröhren … Reise, in Grindelwald und dem Oberen Aargletscher; Chion… … beschrieben, und die microscopische Discerea nivalis (einst Pro… … der Polarländer wie in dem unserer hohen Gebirge. Das Ro… … war schon dem Aristoteles, wahrscheinlich in den macedonisc… … worden*). Während auf hohen Gipfeln der Schweizer Alpen nur … und Umbilicarien das von Schnee entblößte Gestein farbig, aber sp… … noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 … schöne Phanerogamen, das wollige Culcitium rufescens, Sida pich… … Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Insekten (Hydro… … Navicellen, Oscillatorien und Conferven; sie tränken selbst die Wurze… … Gewächse. Wie Erde, Luft und Wasser bei den verschiedensten Te… … sind, so ist es auch das Innre der verschiedensten Theile der Thierkör… … in den Fröschen wie im Lachse; nach Nordmann sind oft alle Flüs… … mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt: ja in den Kien… … das wundersame Doppelthier (Diplozoon paradoxum), welches der e… … forscher entdeckt hat, ein Thier kreuzförmig verwachsen, mit zwei Köpfen u… … enden versehen.

… die Existenz von sogenannten Meteor-Infusorien mehr als zweifel… … die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichtenblüthenstaub jä… … der Atmosphäre herabfällt, auch kleine Infusionsthiere, mit dem Wasserda… … eine Zeit lang in den Luftschichten schweben können†). Dieser Umstand … alten Zwiste über eine mutterlose Zeugung‡) (generatio spontanea) in er…

… durch Einschieben neuer Substanz s. … von den jetzt lebenden Thierarten der … in den Abhandl. der Berliner Akad. der … S. 94. Die größte zeugende Kraft der Na… … den Vorticellen. Schätzungen der möglich ra… … Massenentwicklung finden sich in Ehrenberg's … Die Infusionsthierchen als vollkommne … S. XIII, XIX und 244. „Die … 1838 … Organismen geht durch die Gattun- … dieser … Vibrio, Bacterium und Bodo." Die All- … der Natur ist so groß, daß kleinere Infusions- … parasitisch auf größeren leben, ja, daß die ersteren … anderen zum Wohnsitz dienen (S. 194, 211 … 512).

*) Aristot. Hist. Animal. V, 19 p. 552 Bekk.

†) Ehrenberg a. a. O. S. XIV, 122 und 493. … raschen Vermehrung der kleinsten Organismen … sich noch bei einigen (Weizen Älchen, Räderthie- … Wasserbären oder Tardigraden) die wunderbare … dauer des Lebens. Trotz einer 28tägigen Austrock- … luftleeren Raume durch Chlorkalk und Schwefelsäure, trotz einer Erhitzung von 120° wurde die … dererweckung aus dem Scheintode beobachtet. Siehe … schönen Versuche des Herrn Doyère in Mém. sur … Tardigrades et sur leur propriété de revenir … vie 1842 p. 119, 129, 131 und 133. Vergl. im All… meinen über das Wiederaufleben Jahre lang vertrock… ter Thiere Ehrenberg S. 492—496.

‡) Man vergleiche über die vermeinte primitive „U… bildung der organisirten oder unorganisirten Materi… Pflanzen und Thieren Ehrenberg in Poggendor… Annalen der Physik Bd. XXIV. S. 1—48 und dei… den Infusionsthierchen S. 121 und 525 mit Joh. M… ler, Physiologie des Menschen (4te Aufl. 1844) … I. S. 8—17. Ueberaus merkwürdig scheint mir, … Augustinus der Kirchenvater sich in seinen Fra… wie möglicherweise die Inseln nach der großen Fluth … ben auf's neue Pflanzen und Thiere empfangen kön… der sogenannten keim- und mutterlosen Zeugung" (… neratio aequivoca spontanea aut primaria) kein… weges abgeneigt bezeigt. „Haben," sagt er, „die E… die Thiere nicht auf abgelegene Inseln gebracht, …

Betrachtung zu nehmen: um so mehr als Ehrenberg, wie schon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregion, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdischen Inseln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikanischen Küste ausgesetzt sind, Reste von 18 Arten kieselschaliger polygastrischer Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verschiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, also nach der Gestaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren ist es ein wichtiger Unterschied ihrer Lebensweise, ob sie isolirt (vereinzelt) oder gesellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich gesellige Pflanzen*) genannt habe, bedecken einförmiggroße Strecken. Dahin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Moose in den öden Flachländern des nördlichen Asiens, Gräser und orgelartig aufstrebende Cacteen, Avicennia und Manglesträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltischen und sibirischen Ebnen. Diese Art der geographischen Vertheilung bestimmt, neben der individuellen Form der Pflanzengestalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptsächlich den physiognomischen Charakter†) einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens, so mannigfaltig und reizend, so mehr angeeignet es unseren Gefühlen der Zuneigung oder des Abscheues ist, bleibt fast demselben fremd, wirkt wenigstens minder mächtig auf ihn. Die ackerbauenden Völker vermehren künstlich die Herrschaft geselliger Pflanzen, und so an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einförmigkeit der Natur; auch bereiten sie den Untergang wildwachsenden Pflanzen und siedeln andere, die dem Menschen auf fernen Wanderungen folgen, absichtslos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widersteht kräftiger diesen gewaltsamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landstrecken durchzogen, Gebirgsgruppen bestiegen hatten, in denen die Klimate schichtenweise über einander gelagert sind, mußten sich früh angeregt fühlen von einer gesetzmäßigen Vertheilung der Pflanzenformen. Sie sammelten rohe Materialien für eine Wissenschaft, deren Name noch nicht ausgesprochen war. Dieselben Zonen (Regionen) der Gewächse, welche als Jüngling der Cardinal Bembo‡) am Abhange des Aetna im sechzehnten Jahrhundert beschrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich scharfsinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verschiednen Breiten; er bemerkte zuerst, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meeresspiegel auf die Vertheilung der Gewächse wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Men-

etwa jagdlustige Bewohner der Continente, so müssen sie aus der Erde unmittelbar entstanden sein; wobei freilich die Frage entsteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Arche versammelt worden waren." „Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: *Producat terra animam vivam!* multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit." Augustinus, de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Bischof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der frühesten Abtrocknung der Urwelt und der Hochebene von Asien in Verbindung gesetzt, ganz wie in der paradiesischen Terrassen-Theorie des großen Linné und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: „Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam: humillimo autem solo eandem aquam diutissime immoratam, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticum et Aegyptium mare decurrant." Justinus lib. II. cap. 1. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, ist so uralt, daß wir sie schon recht deutlich im Hippocrates (De Aere et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgedrückt finden. „Scythien," sagt er, „bildet hohe und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu sein, gegen Norden immer höher und höher ansteigen."

*) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

†) Ueber die Physiognomik der Gewächse in Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

‡) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine schöne Pflanzengeographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linnäa 1832 S. 733.

sie sich, und steigt hingegen auf der Ostseite. Auf der Westseite nämlich verdrängt der kalte schwere, trockne Luftstrom den warmen, leichten, viel Wasserdampf enthaltenden: während auf der Ostseite dieser durch jenen verdrängt wird. Der Südweststrom ist der durchgedrungene Aequatorialstrom, der Nordoststrom der allein herrschende Polarstrom."

Das anmuthig frische Grün vieler Bäume, welches man in solchen Gegenden der Tropenländer bemerkt, wo fünf bis sieben Monate lang kein Gewölk am Himmelsgewölbe aufsteigt, wo bemerkbar kein Thau und Regen fallen, beweist, daß die appendiculären Theile (die Blätter) durch einen eigenen Lebensproceß, welcher vielleicht nicht bloß der einer kälte-erregenden Ausstrahlung ist, die Fähigkeit haben Wasser der Luft zu entziehen. Mit den regenlosen, dürren Ebenen von Cumana, Coro und Ceara (Nordbrasilien) contrastirt die Regenmenge, welche in anderen Tropengegenden fällt: z. B. in der Havana nach einem Durchschnitt von sechsjährigen Beobachtungen von Ramon de la Sagra im Mitteljahre 102 Pariser Zoll, vier- bis fünfmal so viel als in Paris und Genf*). An dem Abhange der Andeskette nimmt mit der Höhe, wie die Temperatur, so auch die Regenmenge†) ab. Sie ist von meinem südamerikanischen Reisegefährten Caldas in Santa Fe de Bogota auf einer Höhe von fast 8200 Fuß nicht über 37 Zoll, also wenig größer wie an einigen westlichen Küsten von Europa, gefunden worden. Boussingault sah bisweilen in Quito bei einer Temperatur von 12°—13° das Saussure'sche Hygrometer auf 26° zurückgehen. In 6600 Fuß hohen Luftschichten (bei einer Temperatur von 4°) sah Gay-Lussac in seiner großen aerostatischen Ascension an demselben Feuchtigkeitsmesser auch 25°,3. Die größte Trockenheit, die man bisher auf der Erde in den Tiefländern beobachtet hat, ist wohl die, welche wir, Gustav Rose, Ehrenberg und ich, im nördlichen Asien fanden, zwischen den Flußthälern des Irtysch und Obi. In der Steppe Platowskaja, nachdem die Südwestwinde lange aus dem Inneren des Continents geweht hatten, bei einer Temperatur von 23°,7, fanden wir den Thaupunkt 4°,3 unter dem Gefrierpunkt. Die Luft enthielt nur noch 16/100 Wasserdampf‡). Gegen die größere Trockenheit der Bergluft, welche aus Saussure's und meinen Hygrometermessungen in der hohen Region der Alpen und der Cordilleren zu folgen scheint, haben in diesen letzten Jahren genaue Beobachter, Kämtz, Bravais und Martins, Zweifel erregt. Man verglich die Luftschichten in Zürich und auf dem, freilich nur in Europa hoch zu nennenden Faulhorn||). Die Nässe, durch welche in der Tropenregion der Paramos (nahe der Gegend, wo Schnee zu fallen beginnt, zwischen 11000 und 12000 Fuß Höhe) einige Arten von großblüthigen, myrtenblättrigen Alpensträuchen fast perpetuirlich getränkt werden, zeugt nicht eigentlich für das Dasein einer großen absoluten Menge des Wasserdunstes in jener Höhe; diese Nässe beweist nur, wie der häufige Nebel in dem schönen Plateau von Bogota, die Frequenz der Niederschläge. Nebelschichten in solchen Höhen entstehen und verschwinden bei ruhiger Luft mehrmals in einer Stunde. Solcher schnelle Wechsel charakterisirt die Hochebenen und Paramos der Andeskette.

Die **Electricität des Luftkreises**, man mag sie in den unteren Regionen oder in der hohen Wolkenhülle betrachten, problematisch in ihrem **stillen** periodischen täglichen Gange wie in den **Explosionen** des leuchtenden und krachenden Ungewitters, steht in

*) Die mittlere Regenmenge in Paris ist nach Arago von 1805 bis 1822 gewesen: 18 Zoll 9 Linien, in London (von 1812 bis 1827) nach Howard 23 Zoll 4 Linien, in Genf nach einem Mittel von 32 Jahren 28 Zoll 8 Linien. In der Küstengegend von Hindustan ist die Regenmenge 108 bis 120 Zoll, und in der Insel Cuba fielen 1821 volle 133 Zoll. Vergl. über die Vertheilung der Regenmenge im mittleren Europa nach Jahreszeiten die vortrefflichen Beobachtungen von Gasparin, Schouw und Bravais in der Bibliothèque universelle T. XXXVIII. p. 54 und 264, Tableau du Climat de l'Italie p. 76 und Martins Noten zu seiner sehr bereicherten französischen Uebersetzung von Kämtz Vorlesungen über Meteorologie p. 142.

†) Nach Boussingault (Économie rurale T. II. p. 693) war in Marmato (Breite 5° 27', Höhe 731 und mittlere Temperatur 20°,4) in den Jahren 1833 und 1834 die mittlere Regenmenge 60 Zoll 2 Linien, während in Santa Fe de Bogota (Breite 4° 36', Höhe 1358' und mittlere Temperatur 14°,5) sie nur 37 Zoll 1 Linie betrug.

‡) S. über das Detail dieser Beobachtung meine Asie centrale T. III. p. 85—89 und 567; über den Dampfgehalt im Tieflande vom tropischen Südamerika meine Relat. hist. T. I. p. 242—248, T. II. p. 45, 164.

||) Kämtz, Vorlesungen über Meteorologie S. 117.

vielfachem Verkehr mit allen Erscheinungen der Wärmevertheilung, des Drucks der Atmosphäre und ihrer Störungen, der Hydrometeore, wahrscheinlich auch des Magnetismus der äußersten Erdrinde. Sie wirkt mächtig ein auf die ganze Thier- und Pflanzenwelt: nicht etwa bloß durch meteorologische Processe, durch Niederschläge von Wasserdämpfen, Säuren oder ammoniacalischen Verbindungen, die sie veranlaßt, sondern auch unmittelbar als electrische (nervenreizende oder Saftumlauf befördernde) Kraft., Es ist hier nicht der Ort den Streit über die eigentliche Quelle der Luftelectricität bei heiterem Himmel zu erneuern, welche bald der Verdampfung unreiner (mit Erden und Salzen geschwängerter) Flüssigkeiten *), bald dem Wachsthum der Pflanzen †) oder andern chemischen Zersetzungen auf der Oberfläche der Erde, bald der ungleichen Wärmevertheilung in den Luftschichten ‡), bald endlich, nach Peltier's scharfsinnigen Untersuchungen ||), der Einwirkung einer stets negativen Ladung des Erdballs zugeschrieben worden ist. Auf die Resultate beschränkt, welche electrometrische Beobachtungen, besonders die zuerst von Colladon vorgeschlagene sinnreiche Anordnung eines electromagnetischen Apparats, gegeben haben, soll die physische Weltbeschreibung die mit der Höhe und der baumfreien Umgebung der Station unbestreitbar zunehmende Stärke der allgemeinen positiven Luftelectricität ¶), ihre tägliche Ebbe und Fluth (nach Clarks Dubliner Versuchen in verwickelteren Perioden, als Saussure und ich sie gefunden), die Unterschiede der Jahreszeiten, des Abstandes vom Aequator, der continentalen und oceanischen Oberflächen angeben.

Wenn im ganzen da, wo das Luftmeer einen flüssigen Boden hat, das electrische Gleichgewicht seltener gestört ist als in der Landluft, so ist es um so auffallender, zu sehen, wie in weiten Meeren kleine Inselgruppen auf den Zustand der Atmosphäre einwirken und die Bildung der Gewitter veranlassen. Im Nebel und bei anfangendem Schneefall habe ich in langen Reihen von Versuchen die vorher permanente Glaselectricität schnell in resinöse übergehen und mehrfach abwechseln sehn, sowohl in den Ebenen der kalten Zone als unter den Tropen in den Paramos der Cordilleren, zwischen 10000 und 14000 Fuß Höhe. Der wechselnde Uebergang war dem ganz gleich, den die Electrometer kurz vor und während des Gewitters angeben **). Haben die Dunstbläschen sich zu Wolken mit bestimmten Umrissen condensirt, so vermehrt sich nach Maaßgabe der Verdichtung die electrische Spannung der äußeren Hülle oder Oberfläche ††), auf welche die Electricität der einzelnen Dunstbläschen überströmt. Die schiefergrauen Wolken haben, nach Peltier's zu Paris angestellten Versuchen, Harz-, die weißen, rosen- und orangefarbenen Wolken Glaselectricität. Gewitterwolken umhüllen nicht bloß die höchsten Gipfel der Andeskette (ich selbst habe die verglasenden Wirkungen des Blitzes auf einem der Felsthürme gefunden, welche in einer Höhe von fast 14300 Fuß den Krater des Vulkans von Toluca überragen); auch über dem Tieflande, in der gemäßigten Zone, sind Gewitterwolken in einer verticalen Höhe von 25000 Fuß gemessen worden ‡‡). Bisweilen senkt sich aber die donnernde Wolkenschicht bis zu fünf-, ja zu dreitausend Fuß Abstand über der Ebene herab.

---

*) Ueber die Bedingungen der Verdampfungs-Electricität bei hoher Temperatur s. Peltier in den Annales de Chimie T. LXXV. p. 330.

†) Pouillet in den Annales de Chimie T. XXXV. p. 405.

‡) De la Rive in seinem vortrefflichen Essai historique sur l'Électricité p. 140.

||) Peltier in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XII. p. 307; Becquerel, Traité de l'Électricité et du Magnétisme T. IV. p. 107.

¶) Duprez sur l'Électricité de l'air (Bruxelles 1844) p. 56—61.

**) Humboldt, Relation historique T. III. p. 318. Ich mache hier nur auf diejenigen meiner Versuche aufmerksam, in denen der 3 Fuß lange metallische Leiter des Saussure'schen Electrometers weder auf- und abwärts bewegt, noch nach Volta's Vorschlag mit brennendem Schwamm armirt war. Denjenigen meiner Leser, welche die jetzt streitigen Punkte der Luftelectricität genau kennen, wird der Grund dieser Beschränkung verständlich sein. Ueber die Bildung der Gewitter in den Tropen s. meine Relat. hist. T. II. p. 45 und 202–209.

††) Gay-Lussac in den Annales du Chimie et de Physique T. VIII. p. 167. Nach den abweichenden Ansichten von Lamé, Becquerel und Peltier ist über die Ursach der specifischen Vertheilung der Electricität in Wolken, deren einige eine positive oder eine negative Spannung haben, bisher schwer zu entscheiden. Auffallend ist die zuerst von Tralles aufgefundene, von mir oft in verschiedenen Breiten bestätigte, negative Electricität der Luft, die bei hohen Wasserfällen Zerstäubung der Wassertropfen veranlaßt und in drei- bis vierhundert Fuß Entfernung für sensible Electrometer bemerkbar ist.

‡‡) Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1839 p. 246.

mit Recht bemerkt, daß das Barometer allein uns andeute, was in allen*) Luftschichten über dem Beobachtungsorte bis zur äußersten Grenze der Atmosphäre in der Veränderung des Druckes vorgeht, während das Thermometer und Psychrometer uns nur über die örtliche Wärme und Feuchtigkeit der unteren, dem Boden nahen Schicht unterrichtet. Die gleichzeitigen thermischen und hygrometrischen Modificationen der oberen Luftregionen ergründen wir, wo unmittelbare Beobachtungen auf Bergen oder in aerostatischen Reisen fehlen, nur aus hypothetischen Combinationen, da das Barometer allerdings auch als Thermometer und Feuchtigkeitsbestimmer dienen kann. Wichtige Witterungsveränderungen haben nicht eine örtliche Ursach an dem Beobachtungsorte selbst; sie sind Folgen einer Begebenheit, die in weiter Ferne durch Störung des Gleichgewichts in den Luftströmungen begonnen hat, meist nicht an der Oberfläche der Erde, sondern in den höchsten Regionen: kalte oder warme, trockene oder feuchte Luft herbeiführend, die Durchsichtigkeit der Luft trübend oder aufheiternd, die gethürmte Haufenwolke in zartgefiederten Cirrus umwandelnd. Weil also Unzugänglichkeit der Erscheinungen sich zu der Vervielfältigung und Complication der Störungen gesellt, hat es mir immer geschienen, daß die Meteorologie ihr Heil und ihre Wurzel wohl zuerst in der heißen Zone suchen müsse: in jener glücklichen Region, wo stets dieselben Lüfte wehen, wo Ebbe und Fluth des atmosphärischen Druckes, wo der Gang der Hydrometeore, wo das Eintreten electrischer Explosionen periodisch wiederkehrend sind.

Nachdem wir, den ganzen Umfang des anorganischen Erdenlebens durchlaufend, den Planeten in seiner Gestaltung, seiner inneren Wärme, seiner electro-magnetischen Ladung, seinem Lichtprocesse an den Polen, seiner Vulcanismus genannten Reaction gegen die starre, mannigfach zusammengesetzte, äußere Rinde, endlich in den Erscheinungen seiner zwiefachen äußeren Hüllen (des Oceans und des Luftmeers) mit wenigen Zügen geschildert haben; könnte nach der älteren Behandlung der physischen Erdbeschreibung das Naturbild als vollendet betrachtet werden. Wo aber die Weltansicht zu einem höheren Standpunkte sich zu erheben strebt, würde jenes Naturbild seines anmuthigsten Reizes beraubt erscheinen, wenn es uns nicht zugleich die Sphäre des organischen Lebens in den vielen Abstufungen seiner typischen Entwicklung darböte. Der Begriff der Belebtheit ist so an den Begriff von dem Dasein der treibenden, unabläßig wirksamen, entmischend schaffenden Naturkräfte geknüpft, welche in dem Erdkörper sich regen, daß in den ältesten Mythen der Völker diesen Kräften die Erzeugung der Pflanzen und Thiere zugeschrieben, ja der Zustand einer unbelebten Oberfläche unsres Planeten in die chaotische Urzeit kämpfender Elemente hinaufgerückt wurde. In das empirische Gebiet objectiver sinnlicher Betrachtung, in die Schilderung des Gewordenen, des dermaligen Zustandes unsres Planeten gehören nicht die geheimnißvollen und ungelösten Probleme des Werdens.

Die Weltbeschreibung, nüchtern an die Realität gefesselt, bleibt nicht aus Schüchternheit, sondern nach der Natur ihres Inhaltes und ihrer Begrenzung, den dunkeln Anfängen einer Geschichte der Organismen†) fremd, wenn das Wort Geschichte

*) Kämtz in Schumacher's Jahrbuch für 1838 S. 285. Ueber Gegensätze der Wärmevertheilung in Osten und Westen, Europa und Nordamerika, s. Dove, Repertorium der Physik Bd. III. S. 392—395.)

†) Die Geschichte der Pflanzen, welche auf eine geistreiche Art und mit wenigen Zügen Endlicher und Unger geschildert haben (Grundzüge der Botanik 1843 S. 449—468), habe ich vor einem halben Jahrhundert in den meiner Unterirdischen Flora angehängten Aphorismen auf folgende Weise von der Pflanzen-Geographie getrennt: „Geognosia naturam animantem et inanimam vel, ut vocabulo minus apto, ex antiquitate saltem haud petito, utar, corpora organica aeque ac inorganica considerat. Sunt enim tria, quibus absolvitur, capita: Geographia oryctologica quam simpliciter Geognosiam vel Geologiam dicunt, virque acutissimus Wernerus egregie digessit; Geographia zoologica, cujus doctrinae fundamenta Zimmermannus et Treviranus jecerunt; et Geographia plantarum quam aequales nostri diu intactam reliquerunt. Geographia plantarum vincula et cognationem tradit, quibus omnia vegetabilia inter se connexa sint, terrae tractus quos teneant, in aerem atmosphaericum quae sit eorum vis ostendit, saxa atque rupes quibus potissimum algarum primordiis radicibusque destruantur docet, et quo pacto

hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung
auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorha
sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenorgane bilden. Sie lehrt, daß in d
wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gest
und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die
unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Leb
kräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien systematisch gruppirt
den. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfni
physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur For
wickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im
rischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Or
nisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an
Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die schwierige Frage zu erörtern über das „sich selbst Bewegende," d. h.
den Unterschied des vegetabilischen und thierischen Lebens, müssen wir zuerst nur d
aufmerksam machen, daß, wenn wir von Natur mit microscopischer Sehkraft begabt,
die Integumente der Pflanzen vollkommen durchsichtig wären, das Gewächsreich uns
den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt un
Sinnen erscheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe sind unaufhörlich
die verschiedenartigsten Strömungen belebt. Es sind: Rotations-Strömungen, auf
absteigend, sich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung kör
Schleims offenbart, in Wasserpflanzen (Najaden, Characeen, Hydrochariden) und i
Haaren phanerogamischer Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botanike
bert Brown entdeckte Molecularbewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei
äußersten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreisende Strömun
Milchsaft-Kügelchen (Cyclose) in einem System eigener Gefäße; endlich die so
baren, sich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Antheridien der Chara un
Reproductions-Organen der Lebermoose und Tangarten, in welchen der, der Wissen
zu früh entrissene Meyen ein Analogon der Spermatozoen der animalischen Schöpfu
erkennen glaubte. Zählen wir zu diesen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch
zu, was der Endosmose, den Processen der Ernährung und des Wachsthums, was de
neren Luftströmen zugehört; so haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns fa
bewußt, in dem stillen Pflanzenleben thätig sind.

Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläch
Verbreitung der organischen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geschildert
ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdecku
„über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eis

---

in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, *historia naturalis* perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomen, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaevum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque paulatim obtectam, fluminum inundantium impetu denuo nudatam, iterumque siccatam et gramine vestitam commemorat. Igitur Historia zoologica, Historia plantarum et Historia oryctol quae non nisi pristinum orbis terrae statum cant, a Geognosia probe distinguendae." (boldt, Flora Fribergensis subterranea, cui dunt aphorismi ex Physiologia chemica plant 1793, p. IX—X.) Ueber die sich selbst be menden Bewegungen, von denen weiter un Texte die Rede ist, vergl. die merkwürdige Stel Aristoteles de Coelo II, 2 p. 284 Bekker, n Unterschied der belebten und unbelebten der in den inneren oder äußeren Bestimmungs Bewegung gesetzt wird. Von der „ernährenden genseele", sagt der Stagirite, geht keine Bewegun weil die Pflanzen in einem „stillen, nicht zu erwec Schlummer liegen." (Aristot. de generat. a V, 1 p. 778 Bekker) und keine Begierden haben, zur Selbstbewegung reizen (Aristot. de somno gil. cap. 1 p. 455 Bekker).

Polarländer“ auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebenssphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unsichtbar kleines, microscopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größere nicht mehr gedeiht; die microscopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctischen Reise des Capitän James Roß gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von 78° 10′, wurden über fünfzig Arten kieselschaliger Polygastren, ja Coscinodisken, mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselschalige Polygastren und Phytolitharien, und mit ihnen nur eine einzige kalkschalige Polythalamia, heraufgezogen.“

Die bisher beobachteten oceanischen microscopischen Formen sind in weit überwiegender Menge die kieselschaligen, obgleich die Analyse des Meerwassers die Kieselerde nicht als wesentlichen Bestandtheil zeigt (und dieselbe wohl nur als schwebend gedacht werden kann). Der Ocean ist aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küsten nahe, mit unsichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungesehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf seiner Rückreise aus Van Diemens Land geschöpften Wasserproben (südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreisen im atlantischen Meere) für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, ohne besondere Färbung, ohne fragmentarisch schwimmende, den Oscillatorien unserer süßen Wasser ähnliche Filze kieselschaliger Fäden der Gattung Chaetoceros, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche microscopische selbstständige Organismen enthalte. Einige Polygastren von den Cockburn-Inseln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, scheinen über die ganze Erde verbreitet, andere sind beiden Polen gemeinsam*).

Es herrscht demnach, und die neuesten Beobachtungen bestätigen diese Ansicht, in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen vorzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: so ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist. Dem thierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unsern Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft mit einander gepaart†). In dem Thierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenberg's Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbsttheilung und rasche Vermehrung‡) die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die

---

*) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinste Leben im Ocean, gelesen in der Akad. der Wiss. zu Berlin am 9. Mai 1844.

†) Humboldt, Ansichten der Natur (2te Ausg. 1826) Bd. II. S. 21.

‡) Ueber Vermehrung durch Selbsttheilung des Mu-

kleinsten der Infusorien, die Monadinen, erreichen nur einen Durchmesser von 1/3000 einer Linie, und doch bilden die kieselschaligen Organismen in feuchten Gegenden unterirdische belebte Schichten von der Dicke mehrerer Lachter.

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend und wohlthätig dem fühlenden Menschen, gehört jeder Zone an; am mächtigsten wird er gegen den Aequator hin, in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambusen und der baumartigen Farn, da wo von dem mollusken- und corallenreichen Meeresufer der Boden sich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältnisse der Pflanzen und Thiere umfassen fast alle Höhen und Tiefen. Organische Gebilde steigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch den Fleiß des Bergmannes große Weitungen entstanden sind, auch in natürlichen Höhlen, die zum ersten Male durch Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteorische Tagewasser auf Spalten eindringen konnten, habe ich schneeweiße Stalaktitenwände mit dem zarten Geflechte einer Usnea bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eisröhren der Gletscher am Mont Rose, in Grindelwald und dem Oberen Aargletscher; Chionaea araneoides, von Dalman beschrieben, und die microscopische Discerea nivalis (einst Protococcus) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unserer hohen Gebirge. Das Rothwerden des alten Schnees war schon dem Aristoteles, wahrscheinlich in den macedonischen Gebirgen, bekannt geworden*). Während auf hohen Gipfeln der Schweizer Alpen nur Lecideen, Parmelien und Umbilicarien das von Schnee entblößte Gestein farbig, aber sparsam überziehen, blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß Höhe schöne Phanerogamen, das wollige Culcitium rufescens, Sida pichinchensis und Saxifraga Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Insekten (Hydropolus thermalis), Galionellen, Oscillatorien und Conferven; sie tränken selbst die Wurzelfasern phanerogamischer Gewächse. Wie Erde, Luft und Wasser bei den verschiedensten Temperaturen belebt sind, so ist es auch das Innre der verschiedensten Theile der Thierkörper. Es giebt Blutthiere in den Fröschen wie im Lachse; nach Nordmann sind oft alle Flüssigkeiten der Fischaugen mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt: ja in den Kiemen des Bleies lebt das wundersame Doppelthier (Diplozoon paradoxum), welches der eben genannte Naturforscher entdeckt hat, ein Thier kreuzförmig verwachsen, mit zwei Köpfen und zwei Schwanzenden versehen.

Wenn auch die Existenz von sogenannten Meteor-Infusorien mehr als zweifelhaft ist, so darf doch die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichtenblüthenstaub jährlich aus der Atmosphäre herabfällt, auch kleine Infusionsthiere, mit dem Wasserdampf passiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftschichten schweben können†). Dieser Umstand ist bei dem uralten Zwiste über eine mutterlose Zeugung‡) (generatio spontanea) in ernste

terkörpers und durch Einschieben neuer Substanz s. Ehrenberg von den jetzt lebenden Thierarten der Kreidebildung, in den Abhandl. der Berliner Akad. der Wiss. 1839 S. 94. Die größte zeugende Kraft der Natur ist in den Vorticellen. Schätzungen der möglich raschesten Massenentwicklung finden sich in Ehrenberg's großem Werke: Die Infusionsthierchen als vollkommne Organismen 1838 S. XIII, XIX und 244. „Die Milchstraße dieser Organismen geht durch die Gattungen Monas, Vibrio, Becterium und Bodo.“ Die Allbelebtheit der Natur ist so groß, daß kleinere Infusionsthiere parasitisch auf größeren leben, ja, daß die ersteren wiederum anderen zum Wohnsitz dienen (S. 194, 211 und 512).

*) Aristot. Hist. Animal. V, 19 p. 552 Bekk.

†) Ehrenberg a. a. O. S. XIV, 122 und 493. Zu der raschen Vermehrung der kleinsten Organismen gesellt sich noch bei einigen (Weizen-Aalchen, Räderthieren, Wasserbären oder Tardigraden) die wunderbare Ausdauer des Lebens. Trotz einer 28tägigen Austrocknung im luftleeren Raume durch Chlorkalk und Schwefelsäure, trotz einer Erhitzung von 120° wurde die Wiedererweckung aus dem Scheintode beobachtet. Siehe die schönen Versuche des Herrn Doyère in Mém. sur les Tardigrades et sur leur propriété de revenir à la vie 1842 p. 119, 129, 131 und 133. Vergl. im Allgemeinen über das Wiederaufleben Jahre lang vertrockneter Thiere Ehrenberg S. 492—496.

‡) Man vergleiche über die vermeinte primitive „Umbildung der organisirten oder unorganisirten Materie zu Pflanzen und Thieren Ehrenberg in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXIV. S. 1—48 und desselben Infusionsthierchen S. 121 und 525 mit Joh. Müller, Physiologie des Menschen (4te Aufl. 1844) Bd. I. S. 8—17. Ueberaus merkwürdig scheint mir, daß Augustinus der Kirchenvater sich in seinen Fragen: wie möglicherweise die Inseln nach der großen Fluth haben auf's neue Pflanzen und Thiere empfangen können, der sogenannten keim- und mutterlosen Zeugung“ (generatio aequivoca spontanea aut primaria) keinesweges abgeneigt bezeigt. „Haben,“ sagt er, „die Engel die Thiere nicht auf abgelegene Inseln gebracht, oder

Betrachtung zu nehmen: um so mehr als Ehrenberg, wie schon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregion, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdischen Inseln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikanischen Küste ausgesetzt sind, Reste von 18 Arten kieselschaliger polygastrischer Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verschiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, also nach der Gestaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren ist es ein wichtiger Unterschied ihrer Lebensweise, ob sie isolirt (vereinzelt) oder gesellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich gesellige Pflanzen*) genannt habe, bedecken einförmig große Strecken. Dahin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Moose in den öden Flachländern des nördlichen Asiens, Gräser und orgelartig aufstrebende Cacteen, Avicennia und Manglesträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltischen und sibirischen Ebnen. Diese Art der geographischen Vertheilung bestimmt, neben der individuellen Form der Pflanzengestalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptsächlich den physiognomischen Charakter†) einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens, so mannigfaltig und reizend, so mehr angeeignet es unseren Gefühlen der Zuneigung oder des Abscheues ist, bleibt fast demselben fremd, wirkt wenigstens minder mächtig auf ihn. Die ackerbauenden Völker vermehren künstlich die Herrschaft geselliger Pflanzen, und so an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einförmigkeit der Natur; auch bereiten sie den Untergang wildwachsenden Pflanzen und siedeln andere, die dem Menschen auf fernen Wanderungen folgen, absichtslos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widersteht kräftiger diesen gewaltsamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landstrecken durchzogen, Gebirgsgruppen bestiegen hatten, in denen die Klimate schichtenweise über einander gelagert sind, mußten sich früh angeregt fühlen von einer gesetzmäßigen Vertheilung der Pflanzenformen. Sie sammelten rohe Materialien für eine Wissenschaft, deren Name noch nicht ausgesprochen war. Dieselben Zonen (Regionen) der Gewächse, welche als Jüngling der Cardinal Bembo‡) am Abhange des Aetna im sechzehnten Jahrhundert beschrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich scharfsinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verschiednen Breiten; er bemerkte zuerst, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meeresspiegel auf die Vertheilung der Gewächse wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Men-

---

etwa jagdlustige Bewohner der Continente, so müssen sie aus der Erde unmittelbar entstanden sein; wobei freilich die Frage entsteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Arche versammelt worden waren." „Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: *Producat terra animam vivam!* multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit." Augustinus, de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Bischof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der frühesten Abtrocknung der Urwelt und der Hochebene von Asien in Verbindung gesetzt, ganz wie in der paradiesischen Terrassen-Theorie des großen Linné und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: „Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam: humillimo autem solo eandem aquam diutissime immoratam, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticum et Aegyptium mare decurrant." Justinus lib. II. cap. 1. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, ist so uralt, daß wir sie schon recht deutlich im Hippocrates (De Aere et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgedrückt finden. „Scythien," sagt er, „bildet hohe und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu sein, gegen Norden immer höher und höher ansteigen."

*) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

†) Ueber die Physiognomik der Gewächse in Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

‡) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine schöne Pflanzengeographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linnäa 1832 S. 733.

zel in einer unedirten Flora von Japan sprach zufällig den Namen der Geograp der Pflanzen aus. Dieser Name findet sich wieder in den phantastischen, aber anmu gen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wissenschaftliche Behandl des Gegenstandes hat erst angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der L von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte, man die Gewächse nach natürlichen Familien ordnen, und so numerisch un scheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in chem Zahlenverhältniß in verschiedenen Erdstrichen jede Familie zu der ganzen das wachsenden Masse der Phanerogamen stehe. Es ist ein glücklicher Umstand meines Leb gewesen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich fast ausschließend mit Botanik beschäfti meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatisch contrastirten Natur beg stigt, sich auf die eben genannten Gegenstände der Untersuchung richten konnten.

Die geographische Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerst allgem und großentheils sehr richtige Ansichten aufgestellt, hat in neueren Zeiten aus den F schritten der Pflanzengeographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen Isothermen, besonders die der isochimenen, offenbaren sich in den Grenzen, welche ge Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gi schneebedeckter Gebirge, selten übersteigen. Das Elennthier z. B. lebt in der scandin schen Halbinsel fast zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie g cher Winterwärme so auffallend concav wird. Pflanzen wandern im Ei. Der Saa vieler ist mit eigenen Organen zur weiten Luftreise versehen. Einmal angewurzelt, sie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftschicht, welche sie umgi Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen Pole hin: da vorzüglich, wo die Isotheren sich wölben und heiße Sommer auf strenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem ostindischen gar nicht verschie streift jeden Sommer im nördlichen Asien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben*).

Die Gruppirung oder Association der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetatio gebiete) zu nennen gewohnt sind, scheint mir, nach dem, was ich von der Erde gesehen, neswegs das Vorherrschen einzelner Familien so zu offenbaren, daß man berech sein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Scitamineen geog phisch aufzustellen. Meine individuelle Ansicht bleibt in diesem Punkte abweichend von Ansicht mehrerer der ausgezeichnetsten und mir befreundeten Botaniker Deutschlands. Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, europäischen Rußland und von Nord-Asien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ ßeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in viel complicirteren Verhältnissen des Zusammenlebens vieler Familien un relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wiesen- und Steppenlande herrschen dings die Gramineen und Cyperaceen, in unsern nördlichen Wäldern die Zapfenbä Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieses Vorherrschen der Formen ist nur sche und täuschend wegen des Anblickes, den gesellige Pflanzen gewähren. [illegible] Nord Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen [illegible] me Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen [illegible] zwischen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als [illegible] Mexico. In dem Zusammenleben der Formen, die sich thei[illegible] ven Menge und Gruppirung liegt der Gesammteindruck [illegible] oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabilischen [illegible]

*) Ehrenberg in den Annales des Sciences [illegible] centrale T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

zel in einer unedirten Flora von Japan sprach zufällig den **Namen der Geograph** **der Pflanzen** aus. Dieser Name findet sich wieder in den phantastischen, aber anmuth gen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wissenschaftliche Behandlu des Gegenstandes hat erst angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der Leh von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte, a man die Gewächse nach **natürlichen Familien** ordnen, und so **numerisch** unte scheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in we chem Zahlenverhältniß in verschiedenen Erdstrichen jede Familie zu der ganzen dasel wachsenden Masse der Phanerogamen stehe. Es ist ein glücklicher Umstand meines Leben gewesen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich fast ausschließend mit Botanik beschäftig meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatisch contrastirten Natur begü stigt, sich auf die eben genannten Gegenstände der Untersuchung richten konnten.

Die geographische Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerst allgemei und großentheils sehr richtige Ansichten aufgestellt, hat in neueren Zeiten aus den For schritten der Pflanzengeographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen d Isothermen, besonders die der isochimenen, offenbaren sich in den Grenzen, welche gewi Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gipf schneebedeckter Gebirge, selten übersteigen. Das Elennthier z. B. lebt in der scandinav schen Halbinsel fast zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie gle cher Winterwärme so auffallend concav wird. **Pflanzen wandern im Ei.** Der Saame vieler ist mit eigenen Organen zur weiten Luftreise versehen. Einmal angewurzelt, sin sie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftschicht, welche sie umgieb Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen d Pole hin: da vorzüglich, wo die Isotheren sich **wölben** und **heiße** Sommer auf ei strenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem ostindischen gar nicht verschiede streift jeden Sommer im nördlichen Asien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, w Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben*).

Die Gruppirung oder Association der Gewächsarten, welche wir **Floren** (Vegetation gebiete) zu nennen gewohnt sind, scheint mir, nach dem, was ich von der Erde gesehen, ke nesweges das **Vorherrschen** einzelner Familien so zu offenbaren, daß man berechti sein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Scitamineen geogra phisch aufzustellen. Meine individuelle Ansicht bleibt in diesem Punkte abweichend von d Ansicht mehrerer der ausgezeichnetsten und mir befreundeten Botaniker Deutschlands. D Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vo europäischen Rußland und von Nord-Asien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ gr ßeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in d viel complicirteren Verhältnissen des **Zusammenlebens vieler Familien** und d relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wiesen- und Steppenlande herrschen alle dings die Gramineen und Cyperaceen, in unsern nördlichen Wäldern die Zapfenbäum Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieses Vorherrschen der Formen ist nur scheinba und täuschend wegen des Anblickes, den **gesellige** Pflanzen gewähren. Der Norden vo Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr d Namen eines **Reichs der Gramineen** oder der **Coniferen** als die endlosen Llan zwischen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen vo Mexico. In dem Zusammenleben der Formen, die sich theilweise ersetzen, in ihrer relati ven Menge und Gruppirung liegt der Gesammteindruck von Fülle und Mannigfaltigke oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabilischen Natur.

---

*) **Ehrenberg** in den *Annales des Sciences naturelles* T. XXI. p. 387—412; **Humboldt**, *As centrale* T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

Ich bin in dieser fragmentaren Betrachtung der Erscheinungen des Organismus von den einfachsten Zellen*), gleichsam dem ersten Hauche des Lebens, zu höheren Bildungen aufgestiegen. „Das Zusammenhäufen von Schleimkörnchen zu einem bestimmt geformten Cytoblasten, um den sich blasenförmig eine Membrane als geschlossene Zelle bildet," ist entweder durch eine schon vorhandene Zelle veranlaßt, so daß Zelle durch Zelle entsteht†), oder der Zellenbildungsproceß ist wie bei den sogenannten Gährungspilzen in das Dunkel eines chemischen Vorgangs gehüllt. Die geheimnißvollste Art des Werdens durfte hier nur leise berührt werden. Die Geographie der Organismen (der Pflanzen und Thiere) behandelt die schon entwickelten Keime, ihre Ansiedelung durch willführliche oder unwillkührliche Wanderung, ihr relatives Verhältniß, ihre Gesammtvertheilung auf dem Erdkörper.

Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen strebe, unvollständig bleiben, wenn ich hier nicht auch den Muth hätte das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen, in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechselseitig, wenn gleich schwächer, auf sie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu schildern. Abhängig, wenn gleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, von dem Boden und den meteorologischen Processen des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistesthätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare sich allen Klimaten aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geschlecht wesentlich Theil an dem ganzen Erdenleben. Durch diese Beziehungen gehört demnach das dunkle und vielbestrittene Problem von der Möglichkeit gemeinsamer Abstammung in den Ideenkreis, welchen die physische Weltbeschreibung umfaßt. Es soll die Untersuchung dieses Problems, wenn ich mich so ausdrücken darf, durch ein edleres und rein menschliches Interesse das letzte Ziel meiner Arbeit bezeichnen. Das unermessene Reich der Sprachen, in deren verschiedenartigem Organismus sich die Geschicke der Völker ahnungsvoll abspiegeln, steht am nächsten dem Gebiet der Stammverwandtschaft; und was selbst kleine Stammverschiedenheiten hervorzurufen vermögen, lehrt uns in der Blüthe geistiger Cultur die hellenische Welt. Die wichtigsten Fragen der Bildungsgeschichte der Menschheit knüpfen sich an die Ideen von Abstammung, Gemeinschaft der Sprache, Umwandelbarkeit in einer ursprünglichen Richtung des Geistes und des Gemüthes.

So lange man nur bei den Extremen in der Variation der Farbe und der Gestaltung verweilte und sich der Lebhaftigkeit der ersten sinnlichen Eindrücke hingab, konnte man allerdings geneigt werden, die Racen nicht als bloße Abarten, sondern als ursprünglich verschiedene Menschenstämme zu betrachten. Die Festigkeit gewisser Typen‡) mitten unter der feindlichsten Einwirkung äußerer, besonders klimatischer Potenzen schien eine solche Annahme zu begünstigen, so kurz auch die Zeiträume sind, aus denen historische Kunde zu uns gelangt ist. Kräftiger aber sprechen, auch meiner Ansicht nach, für die Einheit des

*) Schleiden über die Entwicklungsweise der Pflanzenzellen, in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1838 S. 137—176; desselben Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. S. 191, Th. II. S. 11; Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839 S. 45 und 220. Vergl. auch über gleichartige Fortpflanzung Joh. Müller, Physiologie des Menschen 1840 Th. II. S. 614.

†) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 1842 Th. I. S. 192—197.

‡) Tacitus unterscheidet in seinen Speculationen über die Bevölkerung von Britannien (Agricola cap. 11) sehr schön, was den klimatischen Einwirkungen der Gegend, was, bei eingewanderten Stämmen, der alten, unwandelbaren Kraft eines fortgepflanzten Typus angehören kann: Britanniam qui mortales initio coluerunt, indigenae an advecti, ut inter barbaros, parum compertum. Habitus corporis varii, atque ex eo argumenta; namque rutilae Caledoniam habitantium comae, magni artus Germanicam originem adseverant. Silurum colorati vultus et torti plerumque crines, et posita contra Hispania, Iberos veteres trajecisse, easque sedes occupasse fidem faciunt. proximi Gallis, et similes sunt: seu durante originis vi; seu, procurrentibus in diversa terris, positio caeli corporibus habitum dedit." Vergl. über die Ausdauer der Gestaltungstypen in heißen und kalten Erd- und Bergstrichen des Neuen Continents meine Relation historique T. I. p. 598—403, T. II. p. 572—574.

wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimat schließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es ist das Rührende im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem und nach Verlorenem ihn wahrt ausschließlich an dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechts zu einer der großen Ideen in der Geschichte der Menschheit." *)

[illegible]sen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem [illegible]rlaubt die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu be[illegible]. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu [illegible]sten Organismen der thierischen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten [illegible]nkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel [illegible]n. Nach theilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet [illegible]. Gesetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der [illegible]ischen Welt: in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begab[illegible] [illegible]racherzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet [illegible]renze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreitet sie nicht.

---

*) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache [illegible] III. S. 426. Ich füge aus demselben Werke noch [illegible]des hinzu: „Die stürmenden Eroberungen Ale[illegible]ers, die staatsklug bedächtigen der Römer, die wild [illegible]samen der Mexicaner, die despotischen Länderver[illegible]ungen der Incas haben in beiden Welten dazu bei[illegible]agen, das vereinzelte Dasein der Völker aufzuheben [illegible] weitere Verbindungen zu stiften. Große und starke [illegible]müther, ganze Nationen handelten unter der Macht [illegible]er Idee, die ihnen in ihrer Reinheit gänzlich fremd [illegible]ar. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde sprach sie zu[illegible]st, ob es ihr gleich nur langsam Eingang verschaffen konnte, das Christenthum aus. Früher kommen nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civilisation lebendiger aufgefaßt und das Bedürfniß erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbstsucht gewinnt die Ueberzeugung, daß sie auf diesem Wege weiter gelangt, als auf dem gewaltsamer Absonderung. Die Sprache umschlingt mehr als sonst etwas im Menschen das ganze Geschlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenschaft vereinigt sie durch das Wechselverständniß fremdartiger Rede die Verschiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun." (A. a. O. S. 427.)

Hang nach dem Anblick der südlichen Sternbilder, dessen unser Himmelsgewölbe entbehrt*), Abbildungen von Palmen und libanotischen Cedern in einer Bilderbibel können den frühesten Trieb nach Reisen in ferne Länder in die Seele pflanzen. Wäre es mir erlaubt eigene Erinnrungen anzurufen, mich selbst zu befragen, was einer unvertilgbaren Sehnsucht nach der Tropengegend den ersten Anstoß gab, so müßte ich nennen: Georg Forster's Schilderungen der Südsee-Inseln; Gemälde von Hodges die Ganges-Ufer darstellend, im Hause von Warren Hastings zu London; einen colossalen Drachenbaum in einem alten Thurme des botanischen Gartens bei Berlin. Die Gegenstände, welche wir hier beispielsweise aufzählen, gehörten den drei Classen von Anregungsmitteln an, die wir früher bezeichneten: der Naturbeschreibung, wie sie einer begeisterten Anschauung des Erdenlebens entquillt, der darstellenden Kunst als Landschaftmalerei, und der unmittelbaren objectiven Betrachtung charakteristischer Naturformen. Diese Anregungsmittel üben aber ihre Macht nur da aus, wo der Zustand moderner Cultur und ein eigenthümlicher Gang der Geistesentwicklung unter Begünstigung ursprünglicher Anlagen die Gemüther für Natureindrücke empfänglicher gemacht hat.

I. Naturbeschreibung. — Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme.

Es ist oftmals ausgesprochen worden, daß die Freude an der Natur, wenn auch dem Alterthume nicht fremd, doch in ihm als Ausdruck des Gefühls sparsamer und minder lebhaft gewesen sei denn in der neueren Zeit. „Wenn man sich," sagt Schiller†) in seinen Betrachtungen über die naive und sentimentale Dichtung, „der schönen Natur erinnert, welche die alten Griechen umgab; wenn man nachdenkt, wie vertraut dieses Volk unter seinem glücklichen Himmel mit der freien Natur leben konnte, wie sehr viel näher seine Vorstellungsart, seine Empfindungsweise, seine Sitten der einfältigen Natur lagen und welch ein treuer Abdruck derselben seine Dichterwerke sind: so muß die Bemerkung befremden, daß man so wenig Spuren von dem sentimentalischen Interesse, mit welchem wir Neueren an Naturscenen und Naturcharakteren hangen können, bei denselben antrifft. Der Grieche ist zwar im höchsten Grade genau, treu, umständlich in Beschreibung derselben, aber mit nicht mehrerem Herzensantheil, als er es in der Beschreibung eines Gewandes, eines Schildes, einer Rüstung ist. Die Natur scheint mehr seinen Verstand als sein moralisches Gefühl zu interessiren; er hängt nicht mit Innigkeit und süßer Wehmuth an derselben, wie die Neueren." So viel wahres und vortreffliches auch im einzelnen in diesen Aeußerungen liegt, so können sie doch keinesweges auf das ganze Alterthum ausgedehnt werden. Auch dürfen wir es wohl eine beschränkte Ansicht nennen, unter dem Alterthum, wenn dasselbe der neueren Zeit entgegengesetzt werden soll, immer nur ausschließlich die hellenische und römische Welt zu verstehen. Tiefes Naturgefühl spricht sich in den ältesten Dichtungen der Hebräer und Inder aus: also bei Volksstämmen sehr verschiedener, semitischer und indogermanischer Abkunft.

Wir können auf die Sinnesart der alten Völker nur aus den Aeußerungen der Naturgefühle schließen, welche in den Ueberbleibseln ihrer Literatur ausgesprochen sind; wir müssen daher diesen Aeußerungen um so sorgfältiger nachspüren und sie um so vorsichtiger beurtheilen, als sie sich unter den großen Formen der lyrischen und epischen Dichtung nur

---

*) Dante, Purg. I, 25—28:
Goder pareva il ciel di lor flammelle:
O settentrional vedovo sito,
Poi che privato se' di mirar quelle!

†) Schiller's sämmtliche Werke 1826 Bd. XVIII. S. 231, 473, 480 und 486; Gervinus, neuere Gesch. der poet. National-Literatur der Deutschen 1840 Bd. I. S. 135; Adolph Becker im Charikles Th. I. S. 219. Vergleiche aber damit Eduard Müller über die Sophokleische Naturanschauung und die tiefe Naturempfindung der Griechen 1842 S. 10 und 26.

sparsam darbieten. In dem hellenischen Alterthum, in dem Blüthenalter der Menschl
finden wir allerdings den zartesten Ausdruck tiefer Naturempfindung den dichteris
Darstellungen menschlicher Leidenschaft, einer der Sagengeschichte entnommenen Handl
beigemischt; aber das eigentlich Naturbeschreibende zeigt sich dann nur als ein Beiw
weil in der griechischen Kunstbildung sich alles gleichsam im Kreise der Menschheit bew

Beschreibung der Natur in ihrer gestaltenreichen Mannigfaltigkeit, Naturdichtung
ein abgesonderter Zweig der Literatur war den Griechen völlig fremd. Auch die Landsch
erscheint bei ihnen nur als Hintergrund eines Gemäldes, vor dem menschliche Gesta
sich bewegen. Leidenschaften in Thaten ausbrechend fesselten fast allein den Sinn. Ein
wegtes öffentliches Volksleben zog ab von der dumpfen schwärmerischen Versenkung in
stille Treiben der Natur; ja den physischen Erscheinungen wurde immer eine Bezieh
auf die Menschheit*) beigelegt, sei es in den Verhältnissen der äußeren Gestaltung
der inneren anregenden Thatkraft. Fast nur solche Beziehungen machten die Natu
trachtung würdig unter der sinnigen Form des Gleichnisses, als abgesonderte kl
Gemälde voll objectiver Lebendigkeit in das Gebiet der Dichtung gezogen zu werden.

Zu Delphi wurden Frühlingspäanet) gesungen, wahrscheinlich bestimmt die Fr
des Menschen nach der überstandenen Noth des Winters auszudrücken. Eine natur
schreibende Darstellung des Winters ist den Werken und Tagen‡) des Hesiodus (v
leicht von der fremden Hand eines späteren ionischen Rhapsoden?) eingewebt. In e
Einfachheit, aber in nüchtern didactischer Form giebt dies Gedicht Anweisungen zum F
bau, Erwerbs- und Arbeitsregeln, ethische Mahnungen zu tadellosem Wandel. Es er
sich ebenfalls zu mehr lyrischem Schwunge nur, wenn der Sänger das Elend des M
schengeschlechts oder die schöne allegorische Mythe des Epimetheus und der Pandora in
anthropomorphisches Gewand einhüllt. Auch in der Theogonie des Hesiodus, die
sehr verschiedenen uralten Elementen zusammengesetzt ist, finden sich mehrfach, z. B.
Aufzählung der Nereiden||), Naturschilderungen des neptunischen Reichs unter bedeu
men Namen mythischer Personen versteckt. Die böotische Sängerschule und überhaupt
ganze alte Dichtkunst wenden sich den Erscheinungen der Außenwelt zu, um sie mensch
artig zu personificiren.

Ist, wie so eben bemerkt, Naturbeschreibung, sei sie Darstellung des Reichthums und
Ueppigkeit tropischer Vegetation, sei sie lebensfrische Schilderung der Sitten der Th
gleichsam nur in der neuesten Zeit ein abgesonderter Zweig der Literatur geworden: s
es nicht als habe da, wo so viel Sinnlichkeit athmet, die Empfänglichkeit für das Na
schöne gemangelt¶); als müsse man da, wo die schaffende Kraft der Hellenen in der P
und der bildenden Kunst unnachahmliche Meisterwerke erzeugte, den lebensfrischen A
druck einer anschauenden Dichternatur vermissen. Was wir, nach dieser Richtung hin,
Gefühl unserer modernen Sinnesart, in jenen Regionen der antiken Welt nur zu spar
auffinden, bezeugt in seiner Negation weniger den Mangel der Empfänglichkeit als
eines regen Bedürfnisses das Gefühl des Naturschönen durch Worte zu offenbaren. M
der der unbelebten Erscheinungswelt als dem handelnden Leben und der inneren, spo
neen Anregung der Gefühle zugewandt, waren die frühesten und auch die edelsten N

*) Schnaase, Geschichte der bildenden Künste bei den Alten Bd. II. 1843 S. 128—138.
†) Plut. de EI apud Delphos c. 9. ... Vergl. über eine Stelle des Apo... Proclus aus ... (Mirab. Hist. c. ... Schrift von ... Ler: Gesch. ... Bd. I. ...
‡) He...

(Opuscula Vol. VI. p. 239) „trägt des Hesiodus ... rische Beschreibung des Winters alle Zeichen ... hohen Alterthums ... ||) Hes. Th... —264. Auch die ... III, 48) soll vielleic... Oberfläche ausdrück... wandelnden Hun... ...ben und Kunst der

tungen des dichterischen Geistes episch und lyrisch. In diesen Kunstformen aber können Naturschilderungen sich nur wie zufällig beigemischt finden. Sie erscheinen nicht als gesonderte Erzeugnisse der Phantasie. Je mehr der Einfluß der alten Welt verhallte, je mehr ihre Blüthen dahinwelkten, ergoß sich die Rhetorik in die beschreibende wie in die belehrende, didactische Poesie. Diese war ernst, großartig und schmucklos in ihrer ältesten philosophischen, halb priesterlichen Form, als Naturgedicht des Empedocles; sie verlor allmälig durch die Rhetorik von ihrer Einfachheit und früheren Würde.

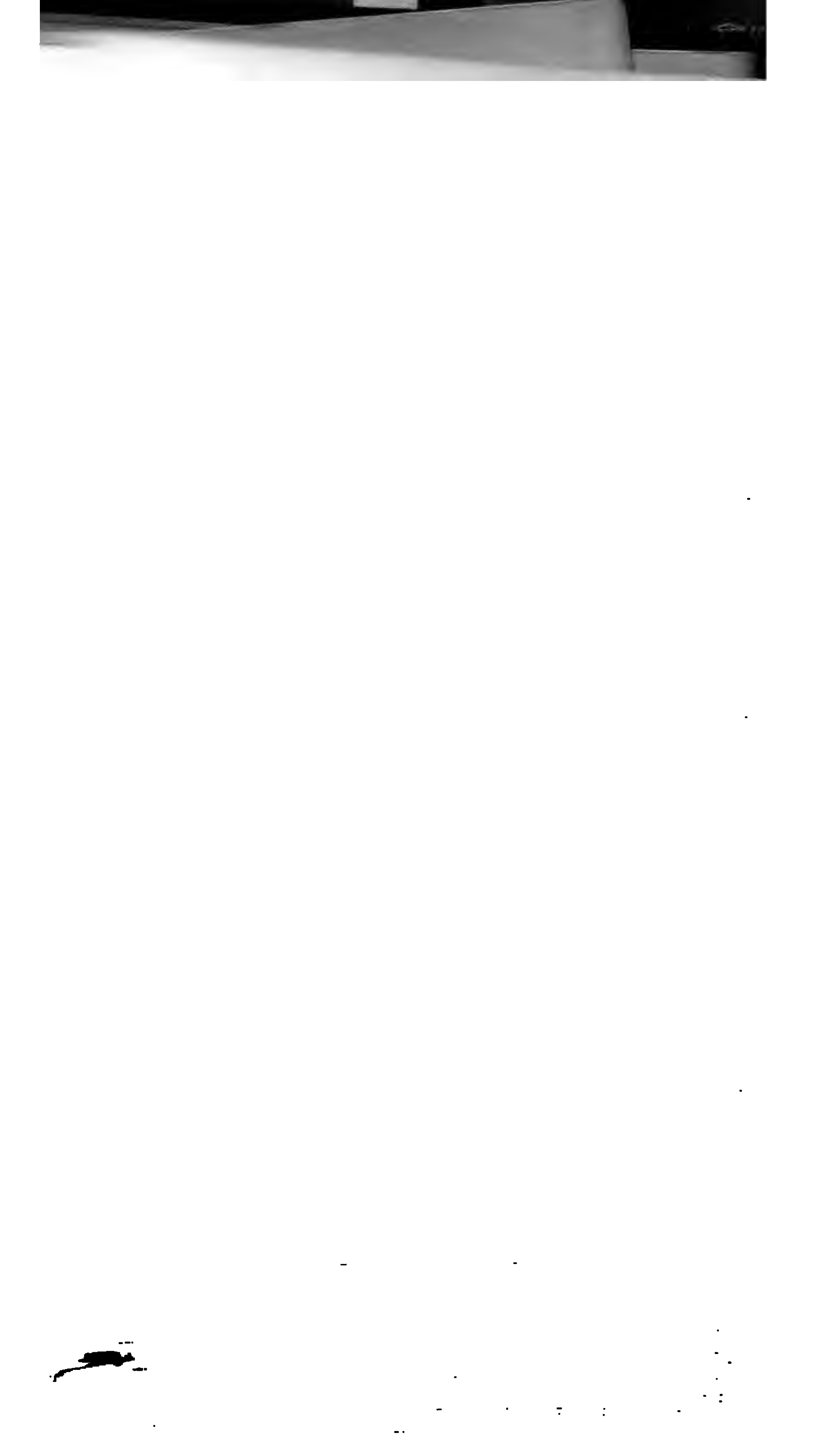
Möge es uns erlaubt sein, um das allgemein Gesagte zu erläutern, hier bei einzelnen Beispielen zu verweilen. Wie der Charakter des Epos es erheischt, finden sich in den Homerischen Gesängen immer nur als Beiwerk die anmuthigsten Scenen des Naturlebens. „Der Hirte freut sich der Windstille der Nacht, des reinen Aethers und des Sternenglanzes am Himmelsgewölbe; er vernimmt aus der Ferne das Toben des plötzlich angeschwollenen, Eichenstämme und trüben Schlamm fortreißenden Waldstroms*).“ Mit der großartigen Schildrung der Waldeinsamkeit des Parnassos und seiner dunkeln, dickbelaubten Felsthäler contrastiren die heiter lieblichen Bilder des quellenreichen Pappelhaines in der Phäaken-Insel Scheria, und vor allem das Land der Cyclopen, „wo schwellend von saftreichem, wogendem Grase die Auen den ungepflegten Rebenhügel umgrenzen†).“ Pindaros besingt in einem Frühlingsdithyrambus, den er zu Athen hat aufführen lassen, „die mit neuen Blüthen bedeckte Erde, wenn in der Argeischen Nemea der sich zuerst entwickelnde Sprößling des Palmbaums dem Seher den anbrechenden, duftenden Frühling verkündigt;“ er besingt den Aetna, „die Säule des Himmels, Nährerin dauernden Schnees,“ aber eilend wendet er sich ab von der todten Natur und ihren Schauern, um Hieron von Syracus zu feiern und die siegreichen Kämpfe der Hellenen gegen das mächtige Volk der Perser.

Vergessen wir nicht, daß die griechische Landschaft den eigenthümlichen Reiz einer innigeren Verschmelzung des Starren und Flüssigen, des mit Pflanzen geschmückten oder malerisch felsigen, luftgefärbten Ufers und des wellenschlagenden, lichtwechselnden, klangvollen Meeres darbietet. Wenn anderen Völkern Meer und Land, das Erd- und Seeleben wie zwei getrennte Sphären der Natur erschienen sind, so ward dagegen den Hellenen, und nicht etwa bloß den Inselbewohnern, sondern auch den Stämmen des südlichen Festlandes, fast überall gleichzeitig der Anblick dessen, was im Contact und durch Wechselwirkung der Elemente dem Naturbilde seinen Reichthum und seine erhabene Größe verleiht. Wie hätten auch jene sinnigen, glücklich gestimmten Völker nicht sollen angeregt werden von der Gestalt waldbegränzter Felsrippen an den tiefeingeschnittenen Ufern des Mittelmeeres, von dem stillen nach Jahreszeit und Tagesstunden wechselnden Verkehr der Erdfläche mit den unteren Schichten des Luftkreises, von der Vertheilung der vegetabilischen Gestalten? Wie sollte in dem Zeitalter, wo die dichterische Stimmung die höchste war, sich nicht jegliche Art lebendiger sinnlicher Regung des Gemüthes in idealische Anschauung auflösen? Der Grieche dachte sich die Pflanzenwelt in mehrfacher mythischer Beziehung mit den Heroen und Göttern. Diese rächten strafend eine Verletzung geheiligter Bäume und Kräuter. Die Einbildungskraft belebte gleichsam die vegetabilischen Gestalten; aber die Formen der Dichtungsarten, auf welche bei der Eigenthümlichkeit griechischer Geistesentwicklung das Alterthum sich beschränkte, gestatteten dem naturbeschreibenden Theile nur eine mäßige Entfaltung.

Einzeln bricht indeß selbst bei den Tragikern mitten in dem Gewühl aufgeregter Leiden-

*) Ilias VIII, 555—559; IV, 452—455; XI, 115—199. Vergl. auch im Eingang der Heerschau die gehäuften, aber lebensvollen Schilderungen der Thierwelt II, 458—475.

†) Od. XIX, 431—445; VI, 290; IX, 115—199. Vergl. „des grünenden Haines Umschattung“ bei der Felsengrotte der Kalypso, „wo ein Unsterblicher selbst würde bewunderungsvoll weilen und sich herzlich erfreuen des Anblicks,“ V, 55—73; die Brandung im Lande der Phäaken V, 400—442; die Gärten des Alcinous VII, 113—130. — Ueber den Frühlingsdithyrambus des Pindaros s. Böckh, Pindari Opera T. II. P. 2. p. 575—579.



vordrang, wird vielleicht nur zu oft besungen; doch scheint im ganzen der antike Sinn in diesen Liedern und Epigrammen mehr der Thier- als der Pflanzenwelt zugewandt. Eine edle und zugleich etwas größere Composition ist das Frühlings-Idyllium des Meleager von Gadara in Cölesyrien*).

Schon des alten Rufes der Gegend wegen muß ich der Schilderung des Waldthales von Tempe erwähnen, welche Aelian †) wahrscheinlich nach dem Vorbilde des Dicäarchus entworfen hat. Es ist das Ausführlichste, was uns von Naturbeschreibungen aus den griechischen Prosaikern erhalten ist, topographisch freilich, aber doch auch malerisch zugleich; denn das schattige Thal wird belebt durch den pythischen Aufzug (theoria), „welcher vom heiligen Lorbeer die sühnenden Zweige bricht." In der späten byzantinischen Zeit, seit dem Ende des vierten Jahrhunderts, sehen wir landschaftliche Schilderungen schon häufiger in die Romane der griechischen Prosaiker eingewebt. Durch diese Schilderungen zeichnet sich der Schäferroman des Longus ‡) aus, in welchem aber doch zarte Lebensbilder den Ausdruck der Naturgefühle weit übertreffen.

Es war nicht der Zweck dieser Blätter mehr zu liefern, als was durch specielle Erinnerung an einzelne Kunstformen die allgemeinen Betrachtungen über die dichterische Auffassung der Außenwelt zu erläutern vermag. Ich würde schon den Blüthenkreis des hellenischen Alterthums verlassen, wenn in einem Werke, dem ich gewagt den Namen Kosmos vorzusetzen, mit Stillschweigen die Naturschilderung übergangen werden dürfte, mit der das Pseudo-Aristotelische Buch vom Kosmos (oder von der Weltordnung) anhebt. Es zeigt uns dieselbe „den Erdball mit üppigem Pflanzenwuchse geschmückt, reich bewässert und (als das Preiswürdigste) von denkenden Wesen bewohnt." ||) Die rhetorische Färbung eines so reichen Naturbildes, der concisen und rein wissenschaftlichen Darstellungsweise des Stagiriten völlig unähnlich, ist selbst als eines der vielen Zeichen der Unächtheit jener Schrift über den Kosmos erkannt worden. Mag sie immerhin dem Appulejus ¶) oder dem Chrysippus **) oder wem sonst zugehören! Die naturbeschreibende Stelle, die wir als aristotelisch entbehren, wird uns gleichsam durch eine andere ächte ersetzt, welche Cicero uns erhalten hat. Aus einem verlorenen Werke des Aristoteles führt dieser in wörtlicher Uebertragung ††) folgendes an: „Wenn es Wesen gäbe, die in den Tiefen der Erde immerfort in Wohnungen lebten, welche mit Statuen und Gemälden und allem dem verziert wären,

---

*) Meleagri Reliquiae ed. Manso p. 5. Vergl. Jacobs, Leben und Kunst der Alten Bd. I. Abth. 1. S. XV, Abth. 2. S. 150—190. Das Frühlingsgedicht des Meleager glaubte Zenobetti (Mel. Gadareni in Ver Idyllion 1759 p. 5) um die Mitte des 18ten Jahrhunderts zuerst entdeckt zu haben. S. Brunckii Anal. T. III. p. 105. — Zwei schöne Waldgedichte des Marianos stehen in der Anthol. graeca II, 511 und 512. Mit dem Meleager contrastirt das Lob des Frühlings in den Eclogen des Himerius, eines Sophisten, der unter Julian Lehrer der Rhetorik zu Athen war. Der Styl ist im ganzen kalt und geziert; aber im Einzelnen, besonders in der beschreibenden Form, kommt er bisweilen der modernen Weltanschauung sehr nahe. Himerii Sophistae Eclogae et Declamationes, ed. Wernsdorf 1790 (Oratio III, 3—6 und XXI, 5). Man muß sich wundern, daß die herrliche Lage von Constantinopel den Sophisten gar nicht begeistert habe (Orat. VII, 5—7; XVI. 3—8). — Die oben im Text bezeichneten Stellen des Nonnus finden sich Dionys. ed. Petri Cunaei 1610 lib. II p. 70, VI p. 199, XXIII p. 16 und 619, XXVI p. 694. (Vergl. auch Uwaroff, Nonnos von Panopolis, der Dichter 1817 S. 3, 16 und 21.)

†) Aeliani Var. Hist. et Fragm. lib. III cap. 1 pag. 139. Kühn. Vergl. A. Buttmann, Quaest. de Dicaearcho (Naumb. 1832) p. 32 und Geogr. gr. min. ed. Gail Vol. II. p. 140—145. — Eine merkwürdige Naturliebe, besonders eine Blumenliebhaberei, die William Jones schon mit der der indischen Dichter zusammengestellt, bemerkt man bei einem Tragiker, dem Chäremon; s. Welcker, griechische Tragödien Abth. III. S. 1088.

‡) Longi Pastoralia (Daphnis et Chloe, ed. Seiler 1843) lib. I, 9; III. 12 und IV, 1—3; pag. 92, 125 und 137. Vergl. Villemain sur les Romans grecs in seinen Mélanges de Littérature T. II. p. 435—448, wo Longus mit Bernardin de St. Pierre verglichen ist.

||) Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 3, 14—20, pag. 392 Bekker.

¶) S. Aristoteles bei den Römern von Stahr 1834 S. 173—177; Osann, Beiträge zur griech. und röm. Literaturgeschichte Bd. I. 1835 S. 165—192. Stahr vermuthet (S. 172) wie Heumann, daß der heutige griechische Text eine umgestaltete Uebersetzung des lateinischen Textes des Appulejus sei. Letzterer (de Mundo p. 250 Bip.) sagt bestimmt: „er habe sich in der Abfassung seines Buches an Aristoteles und Theophrast gehalten."

**) Osann a. a. O. S. 194—266.

††) Cicero de Natura Deorum II, 37. Eine Stelle, in welcher Sextus Empiricus (adversus Physicos lib. IX. 22 p. 554 Fabr.) eine ähnliche Aeußerung des Aristoteles anführt, verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als Sextus kurz vorher (IX. 20) auf einen anderen, für uns ebenfalls verlorenen Text (über Divination und Träume) anspielt.

hier in seinem gebräuchlichsten Sinne genommen wird. Aber die Weltbeschreibung darf auch daran mahnen, daß in der anorganischen Erdrinde dieselben Grundstoffe vorhanden sind, welche das Gerüste der Thier- und Pflanzenorgane bilden. Sie lehrt, daß in diesen wie in jener dieselben Kräfte walten, welche Stoffe verbinden und trennen, welche gestalten und flüssig machen in den organischen Geweben: aber Bedingungen unterworfen, die noch unergründet unter der sehr unbestimmten Benennung von Wirkungen der Lebenskräfte nach mehr oder minder glücklich geahndeten Analogien systematisch gruppirt werden. Der naturbeschauenden Stimmung unsers Gemüthes ist es daher ein Bedürfniß, die physischen Erscheinungen auf der Erde bis zu ihrem äußersten Gipfel, bis zur Formentwickelung der Vegetabilien und der sich selbst bestimmenden Bewegung im thierischen Organismus zu verfolgen. So schließt sich die Geographie des Organisch-Lebendigen (Geographie der Pflanzen und Thiere) an die Schilderung der anorganischen Naturerscheinungen des Erdkörpers an.

Ohne hier die schwierige Frage zu erörtern über das „sich selbst Bewegende," d. h. über den Unterschied des vegetabilischen und thierischen Lebens, müssen wir zuerst nur darauf aufmerksam machen, daß, wenn wir von Natur mit microscopischer Sehkraft begabt, wenn die Integumente der Pflanzen vollkommen durchsichtig wären, das Gewächsreich uns nicht den Anblick von Unbeweglichkeit und Ruhe darbieten würde, in welcher es jetzt unseren Sinnen erscheint. Die inneren Theile des Zellenbaues der Organe sind unaufhörlich durch die verschiedenartigsten Strömungen belebt. Es sind: Rotations-Strömungen, auf- und absteigend, sich verzweigend, ihre Richtungen verändernd, durch die Bewegung körnigen Schleims offenbart, in Wasserpflanzen (Najaden, Characeen, Hydrochariden) und in den Haaren phanerogamischer Landpflanzen; eine wimmelnde, von dem großen Botaniker Robert Brown entdeckte Molecularbewegung, welche freilich außerhalb der Organe bei jeder äußersten Theilung der Materie ebenfalls bemerkbar wird; die kreisende Strömung der Milchsaft-Kügelchen (Cyclose) in einem System eigener Gefäße; endlich die sonderbaren, sich entrollenden, gegliederten Fadengefäße in den Antheridien der Chara und den Reproductions-Organen der Lebermoose und Tangarten, in welchen der, der Wissenschaft zu früh entrissene Meyen ein Analogon der Spermatozoen der animalischen Schöpfung zu erkennen glaubte. Zählen wir zu diesen mannigfaltigen Regungen und Wirbeln noch hinzu, was der Endosmose, den Processen der Ernährung und des Wachsthums, was den inneren Luftströmen zugehört; so haben wir ein Bild von den Kräften, welche, uns fast unbewußt, in dem stillen Pflanzenleben thätig sind.

Seitdem ich in den Ansichten der Natur die Allbelebtheit der Erdoberfläche, die Verbreitung der organischen Formen nach Maaßgabe der Tiefe und Höhe geschildert habe, ist unsere Kenntniß auch in dieser Richtung durch Ehrenberg's glänzende Entdeckungen „über das Verhalten des kleinsten Lebens in dem Weltmeere wie in dem Eise der

---

in telluris superficie humus nascatur, commemorat. Est itaque quod differat inter Geognosiam et Physiographiam, *historia naturalis* perperam nuncupatam, quum Zoognosia, Phytognosia et Oryctognosia, quae quidem omnes in naturae investigatione versantur, non nisi singulorum animalium, plantarum, rerum metallicarum vel (venia sit verbo) fossilium formas, anatomen, vires scrutantur. Historia Telluris, Geognosiae magis quam Physiographiae affinis, nemini adhuc tentata, plantarum animaliumque genera orbem inhabitantia primaevum, migrationes eorum compluriumque interitum, ortum quem montes, valles, saxorum strata et venae metalliferae ducunt, aerem, mutatis temporum vicibus, modo purum, modo vitiatum, terrae superficiem humo plantisque paulatim obtectam, fluminum inundantium impetu denuo nudatam, iterumque siccatam et gramine vestitam commemorat. Igitur Historia zoologica, Historia plantarum et Historia oryctologica, quae non nisi pristinum orbis terrae statum indicant, a Geognosia probe distinguendae." (Humboldt, Flora Fribergensis subterranea, cui accedunt aphorismi ex Physiologia chemica plantarum, 1793, p. IX—X.) Ueber die sich selbst bestimmenden Bewegungen, von denen weiter unten im Texte die Rede ist, vergl. die merkwürdige Stelle des Aristoteles de Coelo II, 2 p. 284 Bekker, wo der Unterschied der belebten und unbelebten Körper in den inneren oder äußeren Bestimmungssitz der Bewegung gesetzt wird. Von der „ernährenden Pflanzenseele", sagt der Stagirite, geht keine Bewegung aus, weil die Pflanzen in einem „stillen, nicht zu erweckenden Schlummer liegen." (Aristot. de generat. animal. V, 1 p. 778 Bekker) und keine Begierden haben, die sie zur Selbstbewegung reizen (Aristot. de somno et vigil. cap. 1 p. 455 Bekker).

Polarländer" auf eine überraschende Weise, und zwar nicht durch combinatorische Schlüsse, sondern auf dem Wege genauer Beobachtung, vermehrt worden. Die Lebenssphäre, man möchte sagen der Horizont des Lebens, hat sich vor unseren Augen erweitert. „Es giebt nicht nur ein unsichtbar kleines, microscopisches, ununterbrochen thätiges Leben in der Nähe beider Pole, da wo längst das größere nicht mehr gedeiht; die microscopischen Lebensformen des Südpol-Meeres, auf der antarctischen Reise des Capitän James Roß gesammelt, enthalten sogar einen ganz besonderen Reichthum bisher ganz unbekannter, oft sehr zierlicher Bildungen. Selbst im Rückstande des geschmolzenen, in rundlichen Stücken umherschwimmenden Eises, unter einer Breite von 78° 10', wurden über fünfzig Arten kieselschaliger Polygastren, ja Coscinodisken, mit ihren grünen Ovarien, also sicher lebend und gegen die Extreme strenger Kälte glücklich ankämpfend, gefunden. In dem Golf des Erebus wurden mit dem Senkblei in 1242 bis 1620 Fuß Tiefe 68 kieselschalige Polygastren und Phytolitharien, und mit ihnen nur eine einzige kalkschalige Polythalamia, heraufgezogen."

Die bisher beobachteten oceanischen microscopischen Formen sind in weit überwiegender Menge die kieselschaligen, obgleich die Analyse des Meerwassers die Kieselerde nicht als wesentlichen Bestandtheil zeigt (und dieselbe wohl nur als schwebend gedacht werden kann). Der Ocean ist aber nicht bloß an einzelnen Punkten und in Binnenmeeren, oder den Küsten nahe, mit unsichtbaren, d. h. von nichtbewaffneten Augen ungesehenen Lebens-Atomen dicht bevölkert; man kann auch nach den von Schayer auf seiner Rückreise aus Van Diemens Land geschöpften Wasserproben (südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung in 57° Breite, wie mitten unter den Wendekreisen im atlantischen Meere) für erwiesen annehmen, daß der Ocean in seinem gewöhnlichen Zustande, ohne besondere Färbung, ohne fragmentarisch schwimmende, den Oscillatorien unserer süßen Wasser ähnliche Filze kieselschaliger Fäden der Gattung Chaetoceros, bei klarster Durchsichtigkeit zahlreiche microscopische selbstständige Organismen enthalte. Einige Polygastren von den Cockburn-Inseln, mit Pinguin-Excrementen und Sand gemengt, scheinen über die ganze Erde verbreitet, andere sind beiden Polen gemeinsam*).

Es herrscht demnach, und die neuesten Beobachtungen bestätigen diese Ansicht, in der ewigen Nacht der oceanischen Tiefen vorzugsweise das Thierleben, während auf den Continenten, des periodischen Reizes der Sonnenstrahlen bedürftig, das Pflanzenleben am meisten verbreitet ist. Der Masse nach überwiegt im allgemeinen der vegetabilische Organismus bei weitem den thierischen auf der Erde. Was ist die Zahl großer Cetaceen und Pachydermen gegen das Volum dichtgedrängter riesenmäßiger Baumstämme von 8—12 Fuß Durchmesser in dem einzigen Waldraum, welcher die Tropenzone von Südamerika zwischen dem Orinoco, dem Amazonenfluß und dem Rio da Madeira füllt! Wenn auch der Charakter der verschiedenen Erdräume von allen äußeren Erscheinungen zugleich abhängt; wenn Umriß der Gebirge, Physiognomie der Pflanzen und Thiere, wenn Himmelsbläue, Wolkengestalt und Durchsichtigkeit des Luftkreises den Totaleindruck bewirken: so ist doch nicht zu läugnen, daß das Hauptbestimmende dieses Eindrucks die Pflanzendecke ist. Dem thierischen Organismus fehlt es an Masse, und die Beweglichkeit der Individuen entzieht sie oft unsern Blicken. Die Pflanzenschöpfung wirkt durch stetige Größe auf unsere Einbildungskraft; ihre Masse bezeichnet ihr Alter, und in den Gewächsen allein sind Alter und Ausdruck der stets sich erneuernden Kraft mit einander gepaart†). In dem Thierreiche (und auch diese Betrachtung ist das Resultat von Ehrenberg's Entdeckungen) ist es gerade das Leben, das man das kleinste im Raume zu nennen pflegt, welches durch seine Selbsttheilung und rasche Vermehrung‡) die wunderbarsten Massenverhältnisse darbietet. Die

*) Ehrenberg's Abhandlung über das kleinste Leben im Ocean, gelesen in der Akad. der Wiss. zu Berlin am 9. Mai 1844.

†) Humboldt, Ansichten der Natur (2te Ausg. 1826) Bd. II. S. 21.

‡) Ueber Vermehrung durch Selbsttheilung des Mut-

derselben die Infusorien, die Monaden, erreichen nur einen Durchmesser von 1/3000 einer Linie, und doch bilden diese kieselschaligen Organismen in feuchten Gegenden unterirdische lebende Schichten von der Dicke mehrerer Klafter.

Der Eindruck der Allbelebtheit der Natur, anregend und wohlthätig dem fühlenden Menschen, gehört jeder Zone an; am mächtigsten wird er gegen den Aequator hin, in der eigentlichen Zone der Palmen, der Bambusen und der baumartigen Farrn, da wo von dem mollusken- und corallenreichen Meeresufer der Boden sich bis zur ewigen Schneegrenze erhebt. Die Ortsverhältnisse der Pflanzen und Thiere umfassen fast alle Höhen und alle Tiefen. Organische Gebilde steigen in das Innere der Erde herab; nicht bloß da, wo durch die Arbeit des Bergmannes große Weitungen entstanden sind, auch in natürlichen Höhlen, die zum ersten Male durch Sprengarbeit geöffnet wurden und in die nur meteorische Tagewasser auf Spalten eindringen konnten, habe ich schneeweiße Stalaktitenwände mit dem zarten Gewebe einer Usnea bedeckt gefunden. Podurellen dringen in die Eisröhren der Gletscher am Monte Rosa, am Grindelwald und dem Oberen Aargletscher; Chionaea araneoides, von Dalman beschrieben, und die mikroskopische Discerea nivalis (einst Protococcus) leben im Schnee der Polarländer wie in dem unserer hohen Gebirge. Das Rothwerden des alten Schnees war schon dem Aristoteles, wahrscheinlich in den macedonischen Gebirgen, bekannt geworden*. Während auf hohen Gipfeln der Schweizer Alpen nur Lecideen, Parmelien und Umbilicarien das vom Schnee entblößte Gestein farbig, aber sparsam überziehen, blühen noch vereinzelt in der Tropengegend der Andeskette in 14000 und 14400 Fuß Höhe schöne Phanerogamen, das wollige Culcitium rufescens, Sida pichinchensis und Saxifraga Boussingaulti. Heiße Quellen enthalten kleine Insekten (Hydroporus thermalis), Gallionellen, Oscillatorien und Conferven; sie tränken selbst die Wurzelfasern phanerogamischer Gewächse. Wie Erde, Luft und Wasser bei den verschiedensten Temperaturen belebt sind, so ist es auch das Innere der verschiedensten Theile der Thierkörper. Es giebt Blutthiere in den Fröschen wie im Lachse; nach Nordmann sind oft alle Flüssigkeiten der Fischaugen mit einem Saugwurme (Diplostomum) gefüllt; ja in den Kiemen des Bleies lebt das wunderbare Doppelthier (Diplozoon paradoxum), welches der eben genannte Naturforscher entdeckt hat, ein Thier kreuzförmig verwachsen, mit zwei Köpfen und zwei Schwanzenden versehen.

Wenn auch die Existenz von sogenannten Meteor-Infusorien mehr als zweifelhaft ist, so darf doch die Möglichkeit nicht geläugnet werden, daß, wie Fichtenblüthenstaub jährlich aus der Atmosphäre herabfällt, auch kleine Infusionsthiere, mit dem Wasserdampf passiv gehoben, eine Zeit lang in den Luftschichten schweben können**. Dieser Umstand ist bei dem uralten Streite über eine mutterlose Zeugung (generatio spontanea) in ernst[illegible]

[illegible] ... Erhitzung von 120° wurde die [illegible] ... Sammlung aus dem Schneefelde beobachtet. [illegible] ... Lartigraves et sur leur propriété de revenir à ... vie 1842 p. 119, 129, 131 und 133. Vergl. im [illegible] ... Jahre lang [illegible] ... Ehrenberg S. 492—496.

** [illegible] ... Ehrenberg in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. XXIV. S. 1—48 und [illegible] ... S. 121 und 525 mit Joh. Müller, Physiologie des Menschen (4te Aufl. 1844) Bd. I. S. [illegible] ... „Heben," sagt er, „die ... auf abgelegene Inseln gebracht, [illegible]

Betrachtung zu nehmen: um so mehr als Ehrenberg, wie schon oben bemerkt, entdeckt hat, daß der nebelartig die Luft trübende Staubregion, welchem Seefahrer häufig in der Nähe der capverdischen Inseln und bis in 380 Seemeilen Entfernung von der afrikanischen Küste ausgesetzt sind, Reste von 18 Arten kieselschaliger polygastrischer Thierchen enthält.

Die Fülle der Organismen, deren räumliche Vertheilung die Geographie der Pflanzen und Thiere verfolgt, wird entweder nach der Verschiedenheit und relativen Zahl der Bildungstypen, also nach der Gestaltung der vorhandenen Gattungen und Arten, oder nach der Zahl der Individuen betrachtet, welche auf einem gegebenen Flächenraume einer jeden Art zukommt. Bei den Pflanzen wie bei den Thieren ist es ein wichtiger Unterschied ihrer Lebensweise, ob sie isolirt (vereinzelt) oder gesellig lebend gefunden werden. Die Arten, welche ich gesellige Pflanzen*) genannt habe, bedecken einförmig große Strecken. Dahin gehören viele Tang-Arten des Meeres, Cladonien und Moose in den öden Flachländern des nördlichen Asiens, Gräser und orgelartig aufstrebende Cacteen, Avicennia und Manglesträucher in der Tropenwelt, Wälder von Coniferen und Birken in den baltischen und sibirischen Ebnen. Diese Art der geographischen Vertheilung bestimmt, neben der individuellen Form der Pflanzengestalt, neben ihrer Größe, Blatt- und Blüthenform, hauptsächlich den physiognomischen Charakter†) einer Gegend. Das bewegliche Bild des Thierlebens, so mannigfaltig und reizend, so mehr angeeignet es unseren Gefühlen der Zuneigung oder des Abscheues ist, bleibt fast demselben fremd, wirkt wenigstens minder mächtig auf ihn. Die ackerbauenden Völker vermehren künstlich die Herrschaft geselliger Pflanzen, und so an vielen Punkten der gemäßigten und nördlichen Zone den Anblick der Einförmigkeit der Natur; auch bereiten sie den Untergang wildwachsenden Pflanzen und siedeln andere, die dem Menschen auf fernen Wanderungen folgen, absichtslos an. Die üppige Zone der Tropenwelt widersteht kräftiger diesen gewaltsamen Umwandlungen der Schöpfung.

Beobachter, welche in kurzer Zeit große Landstrecken durchzogen, Gebirgsgruppen bestiegen hatten, in denen die Klimate schichtenweise über einander gelagert sind, mußten sich früh angeregt fühlen von einer gesetzmäßigen Vertheilung der Pflanzenformen. Sie sammelten rohe Materialien für eine Wissenschaft, deren Name noch nicht ausgesprochen war. Dieselben Zonen (Regionen) der Gewächse, welche als Jüngling der Cardinal Bembo‡) am Abhange des Aetna im sechzehnten Jahrhundert beschrieb, fand Tournefort am Ararat wieder. Er verglich scharfsinnig die Alpenflor mit der Flor der Ebenen unter verschiednen Breiten; er bemerkte zuerst, daß die Erhöhung des Bodens über dem Meeresspiegel auf die Vertheilung der Gewächse wirke, wie die Entfernung vom Pole im Flachlande. Men-

---

etwa jagdlustige Bewohner der Continente, so müssen sie aus der Erde unmittelbar entstanden sein; wobei freilich die Frage entsteht, zu welchem Zwecke allerlei Thiere in der Arche versammelt worden waren." „Si e terra exortae sunt (bestiae) secundum originem primam, quando dixit Deus: *Producat terra animam vivam!* multo clarius apparet, non tam reparandorum animalium causa, quam figurandarum variarum gentium (?) propter ecclesiae sacramentum in Arca fuisse omnia genera, si in insulis, quo transire non possent, multa animalia terra produxit." Augustinus, de Civitate Dei lib. XVI cap. 7 (Opera ed. Monach. Ordinis S. Benedicti T. VII. Venet. 1732 p. 422). — Schon 200 Jahre vor dem Bischof von Hippo finden wir in den Auszügen des Trogus Pompejus die generatio primaria mit der frühesten Abtrocknung der Urwelt und der Hochebene von Asien in Verbindung gesetzt, ganz wie in der paradiesischen Terrassen-Theorie des großen Linné und in den Atlantis-Träumen des achtzehnten Jahrhunderts: „Quodsi omnes quondam terrae submersae profundo fuerunt, profecto editissimam quamque partem decurrentibus aquis primum detectam: humillimo autem solo eandem aquam diutissime immoratam, et quanto prior quaeque pars terrarum siccata sit, tanto prius animalia generare coepisse. Porro Scythiam adeo editiorem omnibus terris esse, ut cuncta flumina ibi nata in Maeotim, tum deinde in Ponticum et Aegyptium mare decurrant." Justinus lib. II. cap. 1. Die irrige Meinung, daß das Land der Scythen eine Hochebene bilde, ist so uralt, daß wir sie schon recht deutlich im Hippocrates (De Aere et Aquis cap. 6 § 96 Coray) ausgedrückt finden. „Scythien," sagt er, „bildet hohe und nackte Ebenen, die, ohne von Bergen gekrönt zu sein, gegen Norden immer höher und höher ansteigen."

*) Humboldt, Aphorismi ex Physiologia chemica plantarum in der Flora Fribergensis subterranea 1793 p. 178.

†) Ueber die Physiognomik der Gewächse in Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 1—125.

‡) Aetna Dialogus. Opuscula Basil. 1556 p. 53—54. Eine schöne Pflanzengeographie des Aetna hat in neuerer Zeit Philippi gegeben. S. Linnäa 1832 S. 733.

zel in einer unedirten Flora von Japan sprach zufällig den Namen der Geographie der Pflanzen aus. Dieser Name findet sich wieder in den phantastischen, aber anmuthigen Studien der Natur von Bernardin de St. Pierre. Eine wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes hat erst angefangen, als man die Geographie der Pflanzen mit der Lehre von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper in innige Verbindung brachte, als man die Gewächse nach natürlichen Familien ordnen, und so numerisch unterscheiden konnte, welche Formen vom Aequator gegen die Pole ab- oder zunehmen, in welchem Zahlenverhältniß in verschiedenen Erdstrichen jede Familie zu der ganzen daselbst wachsenden Masse der Phanerogamen stehe. Es ist ein glücklicher Umstand meines Lebens gewesen, daß zu der Zeit, in welcher ich mich fast ausschließend mit Botanik beschäftigte, meine Studien, durch den Anblick einer großartigen, klimatisch contrastirten Natur begünstigt, sich auf die eben genannten Gegenstände der Untersuchung richten konnten.

Die geographische Verbreitung der Thierformen, über welche Buffon zuerst allgemeine und großentheils sehr richtige Ansichten aufgestellt, hat in neueren Zeiten aus den Fortschritten der Pflanzengeographie mannigfaltigen Nutzen gezogen. Die Krümmungen der Isothermen, besonders die der isochimenen, offenbaren sich in den Grenzen, welche gewisse Pflanzen- und nicht weit wandernde Thierarten gegen die Pole zu, wie gegen den Gipfel schneebedeckter Gebirge, selten übersteigen. Das Elennthier z. B. lebt in der scandinavischen Halbinsel fast zehn Grad nördlicher als im Innern von Sibirien, wo die Linie gleicher Winterwärme so auffallend concav wird. Pflanzen wandern im Ei. Der Saamen vieler ist mit eigenen Organen zur weiten Luftreise versehen. Einmal angewurzelt, sind sie abhängiger vom Boden und von der Temperatur der Luftschicht, welche sie umgiebt. Thiere erweitern nach Willkühr ihren Verbreitungsbezirk von dem Aequator gegen die Pole hin: da vorzüglich, wo die Isotheren sich wölben und heiße Sommer auf eine strenge Winterkälte folgen. Der Königstiger, von dem ostindischen gar nicht verschieden, streift jeden Sommer im nördlichen Asien bis in die Breite von Berlin und Hamburg, wie Ehrenberg und ich an einem anderen Orte entwickelt haben*).

Die Gruppirung oder Association der Gewächsarten, welche wir Floren (Vegetationsgebiete) zu nennen gewohnt sind, scheint mir, nach dem, was ich von der Erde gesehen, keinesweges das Vorherrschen einzelner Familien so zu offenbaren, daß man berechtigt sein könnte Reiche der Umbellaten, Solidago-Arten, Labiaten oder Seitamineen geographisch aufzustellen. Meine individuelle Ansicht bleibt in diesem Punkte abweichend von der Ansicht mehrerer der ausgezeichnetsten und mir befreundeten Botaniker Deutschlands. Der Charakter der Floren in den Hochländern von Mexico, Neu-Granada und Quito, vom europäischen Rußland und von Nord-Asien liegt, wie ich glaube, nicht in der relativ größeren Zahl der Arten, welche eine oder zwei natürliche Familien bilden; er liegt in den viel complicirteren Verhältnissen des Zusammenlebens vieler Familien und der relativen Zahlenwerthe ihrer Arten. In einem Wiesen- und Steppenlande herrschen allerdings die Gramineen und Cyperaceen, in unsern nördlichen Wäldern die Zapfenbäume, Cupuliferen und Betulineen vor; aber dieses Vorherrschen der Formen ist nur scheinbar, und täuschend wegen des Anblickes, den gesellige Pflanzen gewähren. Der Norden von Europa und Sibirien in der Zone nördlich vom Altai verdienen wohl nicht mehr den Namen eines Reichs der Gramineen oder der Coniferen als die endlosen Llanos zwischen dem Orinoco und der Bergkette von Caracas oder als die Fichtenwaldungen von Mexico. In dem Zusammenleben der Formen, die sich theilweise ersetzen, in ihrer relativen Menge und Gruppirung liegt der Gesammteindruck von Fülle und Mannigfaltigkeit oder von Armuth und Einförmigkeit der vegetabilischen Natur.

---

*) Ehrenberg in den Annales des Sciences naturelles T. XXI. p. 387—412; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—101.

Ich bin in dieser fragmentaren Betrachtung der Erscheinungen des Organismus von den einfachsten Zellen *), gleichsam dem ersten Hauche des Lebens, zu höheren Bildungen aufgestiegen. „Das Zusammenhäufen von Schleimkörnchen zu einem bestimmt geformten Cytoblasten, um den sich blasenförmig eine Membrane als geschlossene Zelle bildet," ist entweder durch eine schon vorhandene Zelle veranlaßt, so daß Zelle durch Zelle entsteht †), oder der Zellenbildungsproceß ist wie bei den sogenannten Gährungspilzen in das Dunkel eines chemischen Vorgangs gehüllt. Die geheimnißvollste Art des Werdens durfte hier nur leise berührt werden. Die Geographie der Organismen (der Pflanzen und Thiere) behandelt die schon entwickelten Keime, ihre Ansiedelung durch willkührliche oder unwillkührliche Wanderung, ihr relatives Verhältniß, ihre Gesammtvertheilung auf dem Erdkörper.

Es würde das allgemeine Naturbild, das ich zu entwerfen strebe, unvollständig bleiben, wenn ich hier nicht auch den Muth hätte das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen, in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen, in dem Einfluß, welchen es von den Kräften der Erde empfangen und wechselseitig, wenn gleich schwächer, auf sie ausgeübt hat, mit wenigen Zügen zu schildern. Abhängig, wenn gleich in minderem Grade als Pflanzen und Thiere, von dem Boden und den meteorologischen Processen des Luftkreises, den Naturgewalten durch Geistesthätigkeit und stufenweise erhöhte Intelligenz, wie durch eine wunderbare sich allen Klimaten aneignende Biegsamkeit des Organismus leichter entgehend, nimmt das Geschlecht wesentlich Theil an dem ganzen Erdenleben. Durch diese Beziehungen gehört demnach das dunkle und vielbestrittene Problem von der Möglichkeit gemeinsamer Abstammung in den Ideenkreis, welchen die physische Weltbeschreibung umfaßt. Es soll die Untersuchung dieses Problems, wenn ich mich so ausdrücken darf, durch ein edleres und rein menschliches Interesse das letzte Ziel meiner Arbeit bezeichnen. Das unermessene Reich der Sprachen, in deren verschiedenartigem Organismus sich die Geschicke der Völker ahnungsvoll abspiegeln, steht am nächsten dem Gebiet der Stammverwandtschaft; und was selbst kleine Stammverschiedenheiten hervorzurufen vermögen, lehrt uns in der Blüthe geistiger Cultur die hellenische Welt. Die wichtigsten Fragen der Bildungsgeschichte der Menschheit knüpfen sich an die Ideen von Abstammung, Gemeinschaft der Sprache, Umwandelbarkeit in einer ursprünglichen Richtung des Geistes und des Gemüthes.

So lange man nur bei den Extremen in der Variation der Farbe und der Gestaltung verweilte und sich der Lebhaftigkeit der ersten sinnlichen Eindrücke hingab, konnte man allerdings geneigt werden, die Racen nicht als bloße Abarten, sondern als ursprünglich verschiedene Menschenstämme zu betrachten. Die Festigkeit gewisser Typen ‡) mitten unter der feindlichsten Einwirkung äußerer, besonders klimatischer Potenzen schien eine solche Annahme zu begünstigen, so kurz auch die Zeiträume sind, aus denen historische Kunde zu uns gelangt ist. Kräftiger aber sprechen, auch meiner Ansicht nach, für die Einheit des

---

*) Schleiden über die Entwicklungsweise der Pflanzenzellen, in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie 1838 S. 137—176; desselben Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. S. 191, Th. II. S. 11; Schwann, Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen 1839 S. 45 und 220. Vergl. auch über gleichartige Fortpflanzung Joh. Müller, Physiologie des Menschen 1840 Th. II. S. 614.

†) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik 1842 Th. I. S. 192—197.

‡) Tacitus unterscheidet in seinen Speculationen über die Bevölkerung von Britannien (Agricola cap. 11) sehr schön, was den klimatischen Einwirkungen der Gegend, was, bei eingewanderten Stämmen, der alten, unwandelbaren Kraft eines fortgepflanzten Typus angehören kann: Britanniam qui mortales initio coluerunt, indigenae an advecti, ut inter barbaros, parum compertum. Habitus corporis varii, atque ex eo argumenta; namque rutilae Caledoniam habitantium comae, magni artus Germanicam originem adseverant. Silurum colorati vultus et torti plerumque crines, et posita contra Hispania, Iberos veteres trajecisse, easque sedes occupasse fidem faciunt. proximi Gallis, et similes sunt: seu durante originis vi; seu, procurrentibus in diversa terris, positio caeli corporibus habitum dedit." Vergl. über die Ausdauer der Gestaltungstypen in heißen und kalten Erd- und Bergstrichen des Neuen Continents meine Relation historique T. I. p. 598—403, T. II. p. 572—574.

Menschengeschlechts die vielen Mittelstufen*) der Hautfarbe und des Schädelbaues, welche die raschen Fortschritte der Länderkenntniß uns in neueren Zeiten dargeboten haben, die Analogie der Abartung in anderen wilden und zahmen Thierclassen, die sicheren Erfahrungen, welche über die Grenzen fruchtbarer Bastarderzeugung†) haben gesammelt werden können. Der größere Theil der Contraste, die man ehemals hatte zu finden geglaubt, ist durch die fleißige Arbeit Tiedemann's über das Hirn der Neger und der Europäer, durch die anatomischen Untersuchungen Vrolik's und Weber's über die Gestalt des Beckens hinweggeräumt. Wenn man die dunkelfarbigen afrikanischen Nationen, über die Prichard's gründliches Werk so viel Licht verbreitet hat, in ihrer Allgemeinheit umfaßt und sie dabei noch mit den Stämmen des südindischen und westaustralischen Archipels, mit den Papuas und Alfourous (Haraforen, Endamenen) vergleicht, so sieht man deutlich, daß schwarze Hautfarbe, wolliges Haar und negerartige Gesichtszüge keinesweges immer mit einander verbunden sind. So lange den westlichen Völkern nur ein kleiner Theil der Erde aufgeschlossen war, mußten einseitige Ansichten sich bilden. Sonnenhitze der Tropenwelt und schwarze Hautfarbe schienen unzertrennlich. „Die Aethiopen," sang der alte Tragiker Theodectes von Phaselis, „färbt der nahe Sonnengott in seinem Laufe mit des Rußes finsterm Glanz; die Sonnengluth kräuselt ihnen dörrend das Haar." Erst die Heerzüge Alexanders, welche so viele Ideen der physischen Erdbeschreibung anregten, fachten den Streit über den unsicheren Einfluß der Klimate auf die Volksstämme an. „Die Geschlechter der Thiere und Pflanzen," sagt einer der größten Anatomen unsres Zeitalters, Johannes Müller, in seiner allumfassenden Physiologie des Menschen, „verändern sich während ihrer Ausbreitung über die Oberfläche der Erde innerhalb der den Arten und Gattungen vorgeschriebenen Grenzen. Sie pflanzen sich als Typen der Variation der Arten organisch fort. Aus dem Zusammenwirken verschiedener sowohl innerer als äußerer, im einzelnen nicht nachweisbarer Bedingungen sind die gegenwärtigen Racen der Thiere hervorgegangen, von welchen sich die auffallendsten Abarten bei denen finden, die der ausgedehntesten Verbreitung auf der Erde fähig sind. Die Menschenracen sind Formen einer einzigen Art, welche sich fruchtbar paaren und durch Zeugung fortpflanzen; sie sind nicht Arten eines Genus: wären sie das letztere, so würden ihre Bastarde unter sich unfruchtbar sein. Ob die gegebenen Menschenracen von mehreren oder einem Urmenschen abstammen, kann nicht aus der Erfahrung ermittelt werden."

[illegible]

[illegible]

und nichts geschichtliches zum Grunde lag, sondern nur die Gleichheit der menschlichen Vorstellungsweise zu derselben Erklärung der gleichen Erscheinung führte: wie gewiß viele Mythen, ohne geschichtlichen Zusammenhang, bloß aus der Gleichheit des menschlichen Dichtens und Grübelns entstanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menschlicher Erfindung, daß sie die außer aller Erfahrung liegende Erscheinung des ersten Entstehens des Menschengeschlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weise, und so erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menschengeschlecht schon Jahrtausende hindurch bestanden hatte, eine wüste Insel oder ein abgesondertes Gebirgsthal mag bevölkert worden sein. Vergeblich würde sich das Nachdenken in das Problem jener ersten Entstehung vertieft haben, da der Mensch so an sein Geschlecht und an die Zeit gebunden ist, daß sich ein Einzelner ohne vorhandenes Geschlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menschlichem Dasein fassen läßt. Ob also in dieser weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entscheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zustand der geschichtliche war, oder ob das Menschengeschlecht von seinem Beginnen an völkerweise den Erdboden bewohnte? darf die Sprachkunde weder aus sich bestimmen, noch, die Entscheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für sich brauchen wollen."

Die Gliederung der Menschheit ist nur eine Gliederung in Abarten, die man mit dem, freilich etwas unbestimmten Worte Racen bezeichnet. Wie in dem Gewächsreiche, in der Naturgeschichte der Vögel und Fische die Gruppirung in viele kleine Familien sicherer als die in wenige, große Massen umfassende Abtheilungen ist, so scheint mir auch, bei der Bestimmung der Racen, die Aufstellung kleinerer Völkerfamilien vorzuziehen. Man mag die alte Classification meines Lehrers Blumenbach nach fünf Racen (der kaukasischen, mongolischen, amerikanischen, äthiopischen und malayischen) befolgen oder mit Prichard sieben*) Racen (die iranische, turanische, amerikanische, der Hottentotten und Buschmänner, der Neger, der Papuas und der Alfourous) annehmen; immer ist keine typische Schärfe, kein durchgeführtes natürliches Princip der Eintheilung in solchen Gruppirungen zu erkennen. Man sondert ab, was gleichsam die Extreme der Gestaltung und Farbe bildet: unbekümmert um die Völkerstämme, welche nicht in jene Classen einzuschalten sind, und welche man bald scythische, bald allophylische Racen hat nennen wollen. Iranisch ist allerdings für die europäischen Völker ein minder schlechter Name als kaukasisch; aber im allgemeinen darf man behaupten, daß geographische Benennungen als Ausgangspunkt der Race sehr unbestimmt sind, wenn das Land, welches der Race den Namen geben soll, wie z. B. Turan (Mawerannahr), zu verschiedenen Zeiten †) von den verschiedensten Volksstämmen, — indogermanischen und finnischen, nicht aber mongolischen Ursprungs —, bewohnt worden ist.

Die Sprachen als geistige Schöpfungen der Menschheit, als tief in ihre geistige Entwicklung verschlungen, haben, indem sie eine nationelle Form offenbaren, eine hohe Wich-

*) Prichard Th. I. S. 295, Th. III. S. 11.

†) Die späte Ankunft türkischer und mongolischer Stämme sowohl am Oxus als in der Kirghisen-Steppe steht der Annahme Niebuhr's, daß die Scythen des Herodot und Hippocrates Mongolen waren, entgegen. Es ist weit wahrscheinlicher, daß die Scythen (Scoloten) zu den indo-germanischen Massa-Geten (Alanen) zu rechnen sind. Die Mongolen, eigentliche Tartaren (der letztere Name ist später fälschlich rein türkischen Stämmen in Rußland und Sibirien gegeben worden), saßen damals weit im Osten von Asien. Vergl. meine Asie centr. T. I. p. 239 und 400, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 320. Ein ausgezeichneter Sprachforscher, Professor Buschmann, erinnert, daß Firdusi im Schahnameh, in seinen halb mythischen historischen Anfängen, „einer Feste der Alanen" am Meere erwähnt, in welche Selm, der älteste Sohn des Königs Feridun (gewiß ein Paar Jahrhunderte vor Cyrus) sich flüchten wollte. Die Kirghisen der sogenannten scythischen Steppe sind ursprünglich ein finnischer Stamm; sie sind jetzt wahrscheinlich in ihren drei Horden das zahlreichste aller wandernder Völker, und lebten schon im sechsten Jahrhundert in der Steppe, in welcher ich sie gesehen. Der Byzantiner Menander (p. 380—382 ed. Nieb.) erzählt ausdrücklich, wie der Chakan der Türken (Thu-khiu) im Jahr 569 dem vom Kaiser Justinus II. abgesandten Zemarchus eine Kirghisen-Sklavin schenkte; er nennt sie eine χερχίς, und auch bei Abulgasi (Historia Mongolorum et Tatarorum) heißen die Kirghisen Kirkiz. Die Aehnlichkeit der Sitten ist, wo die Natur des Landes den Hauptcharakter der Sitten hervorruft, ein sehr unsicherer Beweis der Stammähnlichkeit. Das Leben in der Steppe erzeugt bei Türken (Ti, Tukiu), bei Baschkiren (Finnen), bei Kirghisen, bei Torgod und Dsungaren (Mongolen) dieselben Gewohnheiten des nomadischen Lebens, denselben Gebrauch von Filzzelten, die auf Wagen fortgeführt und bei den Viehheerden aufgeschlagen werden.

tigkeit für die zu erkennende Aehnlichkeit oder Verschiedenheit der Racen. Sie haben diese Wichtigkeit, weil Gemeinschaft der Abstammung in das geheimnißvolle Labyrinth führt, in welchem die Verknüpfung der physischen (körperlichen) Anlagen mit der geistigen Kraft in tausendfältig verschiedener Gestaltung sich darstellt. Die glänzenden Fortschritte, welche das philosophische Sprachstudium im deutschen Vaterlande seit noch nicht einem halben Jahrhundert gemacht, erleichtern die Untersuchungen über den *nationellen Charakter* *) der Sprachen, über das, was die Abstammung scheint herbeigeführt zu haben. Wie in allen Gebieten idealer Speculation, steht aber auch hier die Gefahr der Täuschung neben der Hoffnung einer reichen und sicheren Ausbeute.

Positive ethnographische Studien, durch gründliche Kenntniß der Geschichte unterstützt, lehren, daß eine große Vorsicht in dieser Vergleichung der Völker, und der Sprachen, welcher die Völker sich zu einer bestimmten Zeitepoche bedienten, anzuwenden sei. Unterjochung, langes Zusammenleben, Einfluß einer fremden Religion, Vermischung der Stämme, wenn auch oft nur bei geringer Zahl der mächtigeren und gebildeteren Einwanderer, haben ein in beiden Continenten sich gleichmäßig erneuerndes Phänomen hervorgerufen: daß ganz verschiedene Sprachfamilien sich bei einer und derselben Race, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. Asiatische Welteroberer haben am mächtigsten auf solche Erscheinungen eingewirkt.

Sprache ist aber ein Theil der *Naturkunde des Geistes*; und wenn auch die Freiheit, mit welcher der Geist in glücklicher Ungebundenheit die selbstgewählten Richtungen, unter ganz verschiedenartigen physischen Einflüssen, stetig verfolgt, ihn der Erdgewalt mächtig zu entziehen strebt, so wird die Entfesselung doch nie ganz vollbracht. Es bleibt etwas von dem, was den Naturanlagen aus Abstammung, dem Klima, der heiteren Himmelsbläue, oder einer trüben Dampfatmosphäre der Inselwelt zugehört. Da nun der Reichthum und die Anmuth des Sprachbaues sich aus dem Gedanken wie aus des Geistes zartester Blüthe entfalten, so wollen wir nicht, daß bei der Innigkeit des Bandes, welches beide Sphären, die physische und die Sphäre der Intelligenz und der Gefühle, mit einander verknüpft, unser Naturbild des freundlichen Lichtes und der Färbung entbehre, welche ihm die, hier freilich nur angedeuteten Betrachtungen über das Verhältniß der Abstammung zur Sprache verleihen können.

Indem wir die Einheit des Menschengeschlechtes behaupten, widerstreben wir auch jeder unerfreulichen Annahme †) von höheren und niederen Menschenracen. Es giebt bildsamere, höher gebildete, durch geistige Cultur veredelte, aber keine edleren Volksstämme. Alle sind gleichmäßig zur Freiheit bestimmt; zur Freiheit, welche in roheren Zuständen dem Einzelnen, in dem Staatenleben bei dem Genuß politischer Institutionen der Gesammtheit als Berechtigung zukommt. „Wenn wir eine Idee bezeichnen wollen, die durch die ganze Geschichte hindurch in immer mehr erweiterter Geltung sichtbar ist, wenn irgend eine die vielfach bestrittene, aber noch vielfacher mißverstandene Vervollkommnung des ganzen Geschlechtes beweist, so ist es die Idee der Menschlichkeit: das Bestreben, die Grenzen, welche Vorurtheile und einseitige Ansichten aller Art feindselig zwischen die Menschen gestellt, aufzuheben, und die gesammte Menschheit, ohne Rücksicht auf Religion, Nation und Farbe, als Einen großen, nahe verbrüderten Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes, der *freien Entwicklung innerlicher Kraft*, bestehendes Ganzes zu behandeln. Es ist dieß das letzte, äußerste Ziel der Geselligkeit, und zugleich die durch seine Natur selbst in ihn gelegte Richtung des Menschen auf unbestimmte Erweiterung seines Daseins. Er sieht den Boden, so weit er sich ausdehnt, den Himmel, so weit, ihm entdeckbar, er von Gestirnen

*) Wilhelm von *Humboldt* über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues, in dem großen Werke über die Kawi-Sprache auf der Insel Java Bd. I. S. XXI, XLVIII und CCXIV.

†) Das Unerfreulichste und in späteren Zeiten so oft Wiederholte über die ungleiche Berechtigung der Menschen zur Freiheit und über Sklaverei als eine naturgemäße Einrichtung findet sich leider! sehr systematisch entwickelt in *Aristoteles* Politica I. 3, 5, 6.

umflammt wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Schon das Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimath umschließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es ist das Rührende und Schöne im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem und nach Verlorenem ihn immer bewahrt ausschließlich an dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der innersten Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wird jene wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechts zu einer der großen leitenden Ideen in der Geschichte der Menschheit." *)

Mit diesen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem Bruder erlaubt die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu beschließen. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu den kleinsten Organismen der thierischen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel bekleiden. Nach theilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet werden. Gesetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der organischen Welt: in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten, spracherzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreitet sie nicht.

†) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. III. S. 426. Ich füge aus demselben Werke noch folgendes hinzu: „Die stürmenden Eroberungen Alexanders, die staatsklug bedächtigen der Römer, die wild grausamen der Mexicaner, die despotischen Ländervereinigungen der Incas haben in beiden Welten dazu beigetragen, das vereinzelte Dasein der Völker aufzuheben und weitere Verbindungen zu stiften. Große und starke Gemüther, ganze Nationen handelten unter der Macht einer Idee, die ihnen in ihrer Reinheit gänzlich fremd war. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde sprach sie zuerst, ob es ihr gleich nur langsam Eingang verschaffen konnte, das Christenthum aus. Früher kommen nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civilisation lebendiger aufgefaßt und das Bedürfniß erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbstsucht gewinnt die Ueberzeugung, daß sie auf diesem Wege weiter gelangt, als auf dem gewaltsamer Absonderung. Die Sprache umschlingt mehr als sonst etwas im Menschen das ganze Geschlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenschaft vereinigt sie durch das Wechselverständniß fremdartiger Rede die Verschiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun." (A. a. O. S. 427.)

Zweites Buch.

Anregungsmittel zum Naturstudium.

Reflexe der Außenwelt auf die Einbildungskraft: Dichterische Naturbeschreibung — Landschaftmalerei — Cultur exotischer Gewächse, den physiognomischen Charakter der Pflanzendecke auf der Erdoberfläche bezeichnend.

Wir treten aus dem Kreise der Objecte in den Kreis der Empfindungen. Die Hauptresultate der Beobachtung, wie sie, von der Phantasie entblößt, der reinen Objectivität wissenschaftlicher Naturbeschreibung angehören, sind, eng an einander gereiht, in dem ersten Buche dieses Werks, unter der Form eines Naturgemäldes, aufgestellt worden. Jetzt betrachten wir den Reflex des durch die äußeren Sinne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die dichterisch gestimmte Einbildungskraft. Es eröffnet sich uns eine innere Welt. Wir durchforschen sie, nicht um in diesem Buche von der Natur zu ergründen, — wie es von der Philosophie der Kunst gefordert wird —, was in der Möglichkeit ästhetischer Wirkungen dem Wesen der Gemüthskräfte und den mannigfaltigen Richtungen geistiger Thätigkeit zukommt; sondern vielmehr um die Quelle lebendiger Anschauung, als Mittel zur Erhöhung eines reinen Naturgefühls, zu schildern, um den Ursachen nachzuspüren, welche, besonders in der neueren Zeit, durch Belebung der Einbildungskraft so mächtig auf die Liebe zum Naturstudium und auf den Hang zu fernen Reisen gewirkt haben.

Die Anregungsmittel sind, wie wir schon früher bemerkt haben*), von dreierlei Art: ästhetische Behandlung von Naturscenen, in belebten Schilderungen der Thier- und Pflanzenwelt, ein sehr moderner Zweig der Literatur; Landschaftmalerei, besonders in so fern sie angefangen hat die Physiognomik der Gewächse aufzufassen; mehr verbreitete Cultur von Tropengewächsen und contrastirende Zusammenstellung exotischer Formen. Jedes der hier bezeichneten Anregungsmittel könnte schon seiner historischen Beziehungen wegen der Gegenstand vielumfassender Erörterung werden; aber nach dem Geiste und dem Zweck meiner Schrift scheint es geeigneter nur wenige leitende Ideen zu entwickeln, daran zu erinnern, wie die Naturwelt in verschiedenen Zeitepochen und bei verschiedenen Volksstämmen so ganz anders auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat, wie in einem Zustande allgemeiner Cultur das ernste Wissen und die zarteren Anregungen der Phantasie sich gegenseitig zu durchdringen streben. Um die Natur in ihrer ganzen erhabenen Größe zu schildern, darf man nicht bei den äußeren Erscheinungen allein verweilen; die Natur muß auch dargestellt werden, wie sie sich im Inneren des Menschen abspiegelt, wie sie durch diesen Reflex bald das Nebelland physischer Mythen mit anmuthigen Gestalten füllt, bald den edlen Keim darstellender Kunstthätigkeit entfaltet.

Indem wir uns hier auf die einfache Betrachtung der Anregungsmittel zum wissenschaftlichen Naturstudium beschränken, erinnern wir zuerst an die mehrfach sich wiederholende Erfahrung, daß oft sinnliche Eindrücke und zufällig scheinende Umstände in jungen Gemüthern die ganze Richtung eines Menschenlebens bestimmen. Kindliche Freude an der Form von Ländern und eingeschlossenen Meeren†), wie sie auf Carten dargestellt sind, der

---

*) Kosmos, erstes Buch, S. 25.

†) Die Formen des Continents von Italien, Sicilien, Griechenland, dem caspischen und rothen Meere. S. meine Relation historique du Voy. aux Régions équinoxiales T. I. p. 208.

Hang nach dem Anblick der südlichen Sternbilder, dessen unser Himmelsgewölbe entbehrt*), Abbildungen von Palmen und libanotischen Cedern in einer Bilderbibel können den frühesten Trieb nach Reisen in ferne Länder in die Seele pflanzen. Wäre es mir erlaubt eigene Erinnrungen anzurufen, mich selbst zu befragen, was einer unvertilgbaren Sehnsucht nach der Tropengegend den ersten Anstoß gab, so müßte ich nennen: Georg Forster's Schilderungen der Südsee-Inseln; Gemälde von Hodges die Ganges-Ufer darstellend, im Hause von Warren Hastings zu London; einen colossalen Drachenbaum in einem alten Thurme des botanischen Gartens bei Berlin. Die Gegenstände, welche wir hier beispielsweise aufzählen, gehörten den drei Classen von Anregungsmitteln an, die wir früher bezeichneten: der Naturbeschreibung, wie sie einer begeisterten Anschauung des Erdenlebens entquillt, der darstellenden Kunst als Landschaftmalerei, und der unmittelbaren objectiven Betrachtung charakteristischer Naturformen. Diese Anregungsmittel üben aber ihre Macht nur da aus, wo der Zustand moderner Cultur und ein eigenthümlicher Gang der Geistesentwicklung unter Begünstigung ursprünglicher Anlagen die Gemüther für Natureindrücke empfänglicher gemacht hat.

I. **Naturbeschreibung. — Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme.**

Es ist oftmals ausgesprochen worden, daß die Freude an der Natur, wenn auch dem Alterthume nicht fremd, doch in ihm als Ausdruck des Gefühls sparsamer und minder lebhaft gewesen sei denn in der neueren Zeit. „Wenn man sich," sagt Schiller†) in seinen Betrachtungen über die naive und sentimentale Dichtung, „der schönen Natur erinnert, welche die alten Griechen umgab; wenn man nachdenkt, wie vertraut dieses Volk unter seinem glücklichen Himmel mit der freien Natur leben konnte, wie sehr viel näher seine Vorstellungsart, seine Empfindungsweise, seine Sitten der einfältigen Natur lagen und welch ein treuer Abdruck derselben seine Dichterwerke sind: so muß die Bemerkung befremden, daß man so wenig Spuren von dem sentimentalischen Interesse, mit welchem wir Neueren an Naturscenen und Naturcharakteren hangen können, bei denselben antrifft. Der Grieche ist zwar im höchsten Grade genau, treu, umständlich in Beschreibung derselben, aber mit nicht mehrerem Herzensantheil, als er es in der Beschreibung eines Gewandes, eines Schildes, einer Rüstung ist. Die Natur scheint mehr seinen Verstand als sein moralisches Gefühl zu interessiren; er hängt nicht mit Innigkeit und süßer Wehmuth an derselben, wie die Neueren." So viel wahres und vortreffliches auch im einzelnen in diesen Aeußerungen liegt, so können sie doch keinesweges auf das ganze Alterthum ausgedehnt werden. Auch dürfen wir es wohl eine beschränkte Ansicht nennen, unter dem Alterthum, wenn dasselbe der neueren Zeit entgegengesetzt werden soll, immer nur ausschließlich die hellenische und römische Welt zu verstehen. Tiefes Naturgefühl spricht sich in den ältesten Dichtungen der Hebräer und Inder aus: also bei Volksstämmen sehr verschiedener, semitischer und indogermanischer Abkunft.

Wir können auf die Sinnesart der alten Völker nur aus den Aeußerungen der Naturgefühle schließen, welche in den Ueberbleibseln ihrer Literatur ausgesprochen sind; wir müssen daher diesen Aeußerungen um so sorgfältiger nachspüren und sie um so vorsichtiger beurtheilen, als sie sich unter den großen Formen der lyrischen und epischen Dichtung nur

*) Dante, Purg. I, 25—28:
Goder pareva il ciel di lor fiammelle:
O settentrional vedovo sito,
Poi che privato se' di mirar quelle!

†) Schiller's sämmtliche Werke 1826 Bd. XVIII. S. 231, 473, 480 und 486; Gervinus, neuere Gesch. der poet. National-Literatur der Deutschen 1840 Bd. I. S. 135; Adolph Becker im Charikles Th. I. S. 219. Vergleiche aber damit Eduard Müller über die Sophokleische Naturanschauung und die tiefe Naturempfindung der Griechen 1842 S. 10 und 26.

Zweit

Anregungsmit

Reflexe der Außenwelt auf die Ei
schaftmalerei — Cultur exotischer G
auf d

Wir treten aus dem Kreise d
resultate der Beobachtung, w
wissenschaftlicher Naturbeschre
Buche dieses Werks, unter d
betrachten wir den Reflex d
fühl und die dichterisch geis
Wir durchforschen sie, nic
es von der Philosophie
Wirkungen dem Wesen
Thätigkeit zukommt; i
zur Erhöhung eines
welche, besonders in
die Liebe zum Natu

Die Anregun
Art: ästhetische B
Pflanzenwelt, ei
fern sie angesan
tur von Trope
der hier bezeic
der Gegensta
meiner Schi
innern, wie
men so ga
nem Zus
Phantasie
nen Grö
die Nat
wie sie
ten füll
Int
schaft

1.

chen Geistes episch und lyrisch. In diesen Kunstformen aber können
ich nur wie zufällig beigemischt finden. Sie erscheinen nicht als ge-
der Phantasie. Je mehr der Einfluß der alten Welt verhallte, je mehr
welkten, ergoß sich die Rhetorik in die beschreibende wie in die beleh-
Poesie. Diese war ernst, großartig und schmucklos in ihrer ältesten phi-
priesterlichen Form, als Naturgedicht des Empedocles; sie verlor all-
Rhetorik von ihrer Einfachheit und früheren Würde.

erlaubt sein, um das allgemein Gesagte zu erläutern, hier bei einzelnen
weilen. Wie der Charakter des Epos es erheischt, finden sich in den Ho-
gen immer nur als Beiwerk die anmuthigsten Scenen des Naturlebens.
t sich der Windstille der Nacht, des reinen Aethers und des Sternenglanzes
wölbe; er vernimmt aus der Ferne das Toben des plötzlich angeschwollenen,
und trüben Schlamm fortreißenden Waldstroms*)." Mit der großartigen
r Waldeinsamkeit des Parnassos und seiner dunkeln, dickbelaubten Felsthä-
n die heiter lieblichen Bilder des quellenreichen Pappelhaines in der Phäaken-
a, und vor allem das Land der Cyclopen, „wo schwellend von saftreichem,
rase die Auen den ungepflegten Rebenhügel umgrenzen†)." Pindaros be-
em Frühlingsdithyrambus, den er zu Athen hat aufführen lassen, „die mit
gen bedeckte Erde, wenn in der Argeischen Nemea der sich zuerst entwickelnde
des Palmbaums dem Seher den anbrechenden, duftenden Frühling verkündigt;"
en Aetna, „die Säule des Himmels, Nährerin dauernden Schnees," aber eilend
sich ab von der todten Natur und ihren Schauern, um Hieron von Syracus zu
die siegreichen Kämpfe der Hellenen gegen das mächtige Volk der Perser.

en wir nicht, daß die griechische Landschaft den eigenthümlichen Reiz einer
n Verschmelzung des Starren und Flüssigen, des mit Pflanzen geschmückten oder
felsigen, luftgefärbten Ufers und des wellenschlagenden, lichtwechselnden, klang-
Meeres darbietet. Wenn anderen Völkern Meer und Land, das Erd- und See-
ie zwei getrennte Sphären der Natur erschienen sind, so ward dagegen den Hellenen,
icht etwa bloß den Inselbewohnern, sondern auch den Stämmen des südlichen Fest-
fast überall gleichzeitig der Anblick dessen, was im Contact und durch Wechselwir-
der Elemente dem Naturbilde seinen Reichthum und seine erhabene Größe verleiht.
hätten auch jene sinnigen, glücklich gestimmten Völker nicht sollen angeregt werden
der Gestalt waldbegränzter Felsrippen an den tiefeingeschnittenen Ufern des Mittel-
res, von dem stillen nach Jahreszeit und Tagesstunden wechselnden Verkehr der Erd-
de mit den unteren Schichten des Luftkreises, von der Vertheilung der vegetabilischen
stalten? Wie sollte in dem Zeitalter, wo die dichterische Stimmung die höchste war, sich
ht jegliche Art lebendiger sinnlicher Regung des Gemüthes in idealische Anschauung
flösen? Der Grieche dachte sich die Pflanzenwelt in mehrfacher mythischer Beziehung
it den Heroen und Göttern. Diese rächten strafend eine Verletzung geheiligter Bäume
nd Kräuter. Die Einbildungskraft belebte gleichsam die vegetabilischen Gestalten; aber
ie Formen der Dichtungsarten, auf welche bei der Eigenthümlichkeit griechischer Geistes-
entwicklung das Alterthum sich beschränkte, gestatteten dem naturbeschreibenden Theile nur
eine mäßige Entfaltung.

Einzeln bricht indeß selbst bei den Tragikern mitten in dem Gewühl aufgeregter Leiden-

*) Ilias VIII, 555—559; IV, 452—455; XI, 115—199. Vergl. auch im Eingang der Heerschau die gehäuften, aber lebensvollen Schilderungen der Thierwelt II, 458—475.

†) Od. XIX, 431—445; VI, 290; IX, 115—199. Vergl. „des grünenden Haines Umschattung" bei der Felsengrotte der Kalypso, „wo ein Unsterblicher selbst würde bewunderungsvoll weilen und sich herzlich erfreuen des Anblicks," V, 55—73; die Brandung im Lande der Phäaken V, 400—442; die Gärten des Alcinous VII, 113—130. — Ueber den Frühlingsdithyrambus des Pindaros s. Böckh, Pindari Opera T. II. P. 2. p. 575—579.

vordrang, wird vielleicht nur zu oft besungen; doch scheint im ganzen der antike Sinn in diesen Liedern und Epigrammen mehr der Thier- als der Pflanzenwelt zugewandt. Eine edle und zugleich etwas größere Composition ist das Frühlings-Idyllium des Meleager von Gadara in Cölesyrien *).

Schon des alten Rufes der Gegend wegen muß ich der Schilderung des Waldthales von Tempe erwähnen, welche Aelian †) wahrscheinlich nach dem Vorbilde des Dicäarchus entworfen hat. Es ist das Ausführlichste, was uns von Naturbeschreibungen aus den griechischen Prosaikern erhalten ist, topographisch freilich, aber doch auch malerisch zugleich; denn das schattige Thal wird belebt durch den pythischen Aufzug (theoria), „welcher vom heiligen Lorbeer die sühnenden Zweige bricht." In der späten byzantinischen Zeit, seit dem Ende des vierten Jahrhunderts, sehen wir landschaftliche Schilderungen schon häufiger in die Romane der griechischen Prosaiker eingewebt. Durch diese Schilderungen zeichnet sich der Schäferroman des Longus ‡) aus, in welchem aber doch zarte Lebensbilder den Ausdruck der Naturgefühle weit übertreffen.

Es war nicht der Zweck dieser Blätter mehr zu liefern, als was durch specielle Erinnerung an einzelne Kunstformen die allgemeinen Betrachtungen über die dichterische Auffassung der Außenwelt zu erläutern vermag. Ich würde schon den Blüthenkreis des hellenischen Alterthums verlassen, wenn in einem Werke, dem ich gewagt den Namen Kosmos vorzusetzen, mit Stillschweigen die Naturschilderung übergangen werden dürfte, mit der das Pseudo-Aristotelische Buch vom Kosmos (oder von der Weltordnung) anhebt. Es zeigt uns dieselbe „den Erdball mit üppigem Pflanzenwuchse geschmückt, reich bewässert und (als das Preiswürdigste) von denkenden Wesen bewohnt." ||) Die rhetorische Färbung eines so reichen Naturbildes, der concisen und rein wissenschaftlichen Darstellungsweise des Stagiriten völlig unähnlich, ist selbst als eines der vielen Zeichen der Unächtheit jener Schrift über den Kosmos erkannt worden. Mag sie immerhin dem Appulejus ¶) oder dem Chrysippus **) oder wem sonst zugehören! Die naturbeschreibende Stelle, die wir als aristotelisch entbehren, wird uns gleichsam durch eine andere ächte ersetzt, welche Cicero uns erhalten hat. Aus einem verlorenen Werke des Aristoteles führt dieser in wörtlicher Uebertragung ††) folgendes an: „Wenn es Wesen gäbe, die in den Tiefen der Erde immerfort in Wohnungen lebten, welche mit Statuen und Gemälden und allem dem verziert wären,

---

*) Meleagri Reliquiae ed. Manso p. 5. Vergl. Jacobs, Leben und Kunst der Alten Bd. I. Abth. 1. S. XV, Abth. 2. S. 150—190. Das Frühlingsgedicht des Meleager glaubte Zenobetti (Mel. Gadareni in Ver Idyllion 1759 p. 5) um die Mitte des 18ten Jahrhunderts zuerst entdeckt zu haben. S. Brunckii Anal. T. III. p. 105. — Zwei schöne Waldgedichte des Marianos stehen in der Anthol. graeca II, 511 und 512. Mit dem Meleager contrastirt das Lob des Frühlings in den Eclogen des Himerius, eines Sophisten, der unter Julian Lehrer der Rhetorik zu Athen war. Der Styl ist im ganzen kalt und geziert; aber im Einzelnen, besonders in der beschreibenden Form, kommt er bisweilen der modernen Weltanschauung sehr nahe. Himerii Sophistae Eclogae et Declamationes, ed. Wernsdorf 1790 (Oratio III, 3—6 und XXI, 5). Man muß sich wundern, daß die herrliche Lage von Constantinopel den Sophisten gar nicht begeistert habe (Orat. VII, 5—7; XVI. 3—8). — Die oben im Text bezeichneten Stellen des Nonnus finden sich Dionys. ed. Petri Cunaei 1610 lib. II p. 70, VI p. 199, XXIII p. 16 und 619, XXVI p. 694. (Vergl. auch Ouwaroff, Nonnos von Panopolis, der Dichter 1817 S. 3, 16 und 21.)

†) Aeliani Var. Hist. et Fragm. lib. III cap. 1 pag. 139. Kühn. Vergl. A. Buttmann, Quaest. de Dicaearcho (Naumb. 1832) p. 32 und Geogr. gr. min. ed. Gail Vol. II. p. 140—145. — Eine merkwürdige Naturliebe, besonders eine Blumenliebhaberei, die William Jones schon mit der der indischen Dichter zusammengestellt, bemerkt man bei einem Tragiker, dem Chäremon; s. Welcker, griechische Tragödien Abth. III. S. 1088.

‡) Longi Pastoralia (Daphnis et Chloe, ed. Seiler 1843) lib. I, 9; III, 12 und IV, 1—3; pag. 92, 125 und 137. Vergl. Villemain sur les Romans grecs in seinen Mélanges de Littérature T. II. p. 435 —448, wo Longus mit Bernardin de St. Pierre verglichen ist.

||) Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 3, 14—20, pag. 392 Bekker.

¶) S. Aristoteles bei den Römern von Stahr 1834 S. 173—177; Osann, Beiträge zur griech. und röm. Literaturgeschichte Bd. I. 1835 S. 165—192. Stahr vermuthet (S. 172) wie Heumann, daß der heutige griechische Text eine umgestaltete Uebersetzung des lateinischen Textes des Appulejus sei. Letzterer (de Mundo p. 250 Bip.) sagt bestimmt: „er habe sich in der Abfassung seines Buches an Aristoteles und Theophrast gehalten."

**) Osann a. a. O. S. 194—266.

††) Cicero de Natura Deorum II, 37. Eine Stelle, in welcher Sextus Empiricus (adversus Physicos lib. IX. 22 p. 554 Fabr.) eine ähnliche Aeußerung des Aristoteles anführt, verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als Sextus kurz vorher (IX, 20) auf einen anderen, für uns ebenfalls verlorenen Text (über Divination und Träume) anspielt.

Menschengeschlechts die vielen Mittelstufen*) der Hautfarbe und des Schädelbaues, welche die raschen Fortschritte der Länderkenntniß uns in neueren Zeiten dargeboten haben, die Analogie der Abartung in anderen wilden und zahmen Thierclassen, die sicheren Erfahrungen, welche über die Grenzen fruchtbarer Bastarderzeugung†) haben gesammelt werden können. Der größere Theil der Contraste, die man ehemals hatte zu finden geglaubt, ist durch die fleißige Arbeit Tiedemann's über das Hirn der Neger und der Europäer, durch die anatomischen Untersuchungen Vrolik's und Weber's über die Gestalt des Beckens hinweggeräumt. Wenn man die dunkelfarbigen afrikanischen Nationen, über die Prichard's gründliches Werk so viel Licht verbreitet hat, in ihrer Allgemeinheit umfaßt und sie dazu noch mit den Stämmen des südindischen und westaustralischen Archipels, mit den Papuas und Alfourous (Haraforen, Endamenen) vergleicht, so sieht man deutlich, daß schwarze Hautfarbe, wolliges Haar und negerartige Gesichtszüge keineswegs immer mit einander verbunden sind‡). So lange den westlichen Völkern nur ein kleiner Theil der Erde aufgeschlossen war, mußten einseitige Ansichten sich bilden. Sonnenhitze der Tropenwelt und schwarze Hautfarbe schienen unzertrennlich. „Die Aethiopen," sang der alte Tragiker Theodectes von Phaselis ||), „färbt der nahe Sonnengott in seinem Laufe mit des Russes finsterem Glanz; die Sonnengluth kräuselt ihnen dörrend das Haar." Erst die Heerzüge Alexanders, welche so viele Ideen der physischen Erdbeschreibung anregten, fachten den Streit über den unsicheren Einfluß der Klimate auf die Volksstämme an. „Die Geschlechter der Thiere und Pflanzen", sagt einer der größten Anatomen unsres Zeitalters, Johannes Müller, in seiner alles umfassenden Physiologie des Menschen, „verändern sich während ihrer Ausbreitung über die Oberfläche der Erde innerhalb der den Arten und Gattungen vorgeschriebenen Grenzen. Sie pflanzen sich als Typen der Variation der Arten organisch fort. Aus dem Zusammenwirken verschiedener sowohl innerer als äußerer, im einzelnen nicht nachweisbarer Bedingungen sind die gegenwärtigen Racen der Thiere hervorgegangen, von welchen sich die auffallendsten Abarten bei denen finden, die der ausgedehntesten Verbreitung auf der Erde fähig sind. Die Menschenracen sind Formen einer einzigen Art, welche sich fruchtbar paaren und durch Zeugung fortpflanzen; sie sind nicht Arten eines Genus: wären sie das letztere, so würden ihre Bastarde unter sich unfruchtbar sein. Ob die gegebenen Menschenracen von mehreren oder Einem Urmenschen abstammen, kann nicht aus der Erfahrung ermittelt werden." ¶)

Die geographischen Forschungen über den alten Sitz, die sogenannte Wiege des Menschengeschlechts haben in der That einen rein mythischen Charakter. „Wir kennen," sagt Wilhelm von Humboldt in einer noch ungedruckten Arbeit über die Verschiedenheit der Sprachen und Völker, „geschichtlich oder auch nur durch irgend sichere Ueberlieferung keinen Zeitpunkt, in welchem das Menschengeschlecht nicht in Völkerhaufen getrennt gewesen wäre. Ob dieser Zustand der ursprüngliche war oder erst später entstand, läßt sich daher geschichtlich nicht entscheiden. Einzelne, an sehr verschiedenen Punkten der Erde, ohne irgend sichtbaren Zusammenhang, wiederkehrende Sagen verneinen die erstere Annahme, und lassen das ganze Menschengeschlecht von Einem Menschenpaare abstammen. Die weite Verbreitung dieser Sage hat sie bisweilen für eine Urerinnerung der Menschheit halten lassen. Gerade dieser Umstand aber beweist vielmehr, daß ihr keine Ueberlieferung

---

*) Vergl. über die amerikanische Race im Allgemeinen das Prachtwerk: Samuel George Morton, Crania americana 1839 p. 62–86, wie über die von Pentland mitgebrachten Schädel des Hochlandes von Titicaca im Dublin Journal of medical and chemical Science Vol. V. 1834 p. 475; Alcide d'Orbigny, l'homme américain, considéré sous ses rapports physiol. et mor. 1839 p. 221. S. auch die an feinen ethnographischen Beobachtungen so reiche Reise in das Innere von Nordamerika von Maximilian Prinz zu Wied 1839.

†) Rudolph Wagner über Blendlinge und Bastarderzeugung in seinen Anmerkungen zu Prichard, Naturgesch. des Menschengeschlechts Th. I. S. 174—188.

‡) Prichard Th. I. S. 431, Th. II. S. 363—369.

||) Onesicritus im Strabo XV p. 690 und 695 Casaub. — Welcker (Griechische Tragödien Abth. III. S. 1078) glaubt, die von Strabo citirten Verse des Theodectes seien einer verlornen Tragödie entlehnt, die vielleicht den Titel Memnon führte.

¶) Joh. Müller, Physiologie des Menschen Bd. II. S. 768, 772—774.

und nichts geschichtliches zum Grunde lag, sondern nur die Gleichheit der menschlichen Vorstellungsweise zu derselben Erklärung der gleichen Erscheinung führte: wie gewiß viele Mythen, ohne geschichtlichen Zusammenhang, bloß aus der Gleichheit des menschlichen Dichtens und Grübelns entstanden. Jene Sage trägt auch darin ganz das Gepräge menschlicher Erfindung, daß sie die außer aller Erfahrung liegende Erscheinung des ersten Entstehens des Menschengeschlechts auf eine innerhalb heutiger Erfahrung liegende Weise, und so erklären will, wie in Zeiten, wo das ganze Menschengeschlecht schon Jahrtausende hindurch bestanden hatte, eine wüste Insel oder ein abgesondertes Gebirgsthal mag bevölkert worden sein. Vergeblich würde sich das Nachdenken in das Problem jener ersten Entstehung vertieft haben, da der Mensch so an sein Geschlecht und an die Zeit gebunden ist, daß sich ein Einzelner ohne vorhandenes Geschlecht und ohne Vergangenheit gar nicht in menschlichem Dasein fassen läßt. Ob also in dieser weder auf dem Wege der Gedanken noch der Erfahrung zu entscheidenden Frage wirklich jener angeblich traditionelle Zustand der geschichtliche war, oder ob das Menschengeschlecht von seinem Beginnen an völkerweise den Erdboden bewohnte? darf die Sprachkunde weder aus sich bestimmen, noch, die Entscheidung anderswoher nehmend, zum Erklärungsgrunde für sich brauchen wollen."

Die Gliederung der Menschheit ist nur eine Gliederung in Abarten, die man mit dem, freilich etwas unbestimmten Worte R a c e n bezeichnet. Wie in dem Gewächsreiche, in der Naturgeschichte der Vögel und Fische die Gruppirung in viele kleine Familien sicherer als die in wenige, große Massen umfassende Abtheilungen ist, so scheint mir auch, bei der Bestimmung der Racen, die Aufstellung kleinerer Völkerfamilien vorzuziehen. Man mag die alte Classification meines Lehrers Blumenbach nach fünf Racen (der kaukasischen, mongolischen, amerikanischen, äthiopischen und malayischen) befolgen oder mit Prichard sieben*) Racen (die iranische, turanische, amerikanische, der Hottentotten und Buschmänner, der Neger, der Papuas und der Alfourous) annehmen; immer ist keine typische Schärfe, kein durchgeführtes natürliches Princip der Eintheilung in solchen Gruppirungen zu erkennen. Man sondert ab, was gleichsam die Extreme der Gestaltung und Farbe bildet: unbekümmert um die Völkerstämme, welche nicht in jene Classen einzuschalten sind, und welche man bald scythische, bald allophylische Racen hat nennen wollen. I r a n i s c h ist allerdings für die europäischen Völker ein minder schlechter Name als k a u k a s i s c h; aber im allgemeinen darf man behaupten, daß geographische Benennungen als Ausgangspunkt der Race sehr unbestimmt sind, wenn das Land, welches der Race den Namen geben soll, wie z. B. Turan (Mawerannahr), zu verschiedenen Zeiten †) von den verschiedensten Volksstämmen, — indogermanischen und finnischen, nicht aber mongolischen Ursprungs —, bewohnt worden ist.

Die Sprachen als geistige Schöpfungen der Menschheit, als tief in ihre geistige Entwicklung verschlungen, haben, indem sie eine n a t i o n e l l e Form offenbaren, eine hohe Wich-

---

*) P r i c h a r d Th. I. S. 295, Th. III. S. 11.

†) Die späte Ankunft türkischer und mongolischer Stämme sowohl am Oxus als in der Kirghisen-Steppe steht der Annahme Niebuhr's, daß die Scythen des Herodot und Hippocrates Mongolen waren, entgegen. Es ist weit wahrscheinlicher, daß die Scythen (Scoloten) zu den indo-germanischen Massa-Geten (Alanen) zu rechnen sind. Die Mongolen, eigentliche Tartaren (der letztere Name ist später fälschlich rein türkischen Stämmen in Rußland und Sibirien gegeben worden), saßen damals weit im Osten von Asien. Vergl. meine Asie centr. T. I. p. 239 und 400, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 320. Ein ausgezeichneter Sprachforscher, Professor Buschmann, erinnert, daß Firdusi im Schahnameh, in seinen halb mythischen historischen Anfängen, „e i n e r F e s t e d e r A l a n e n" am Meere erwähnt, in welche Selm, der älteste Sohn des Königs Feridun (gewiß ein Paar Jahrhunderte vor Cyrus) sich flüchten wollte. Die Kirghisen der sogenannten scythischen Steppe sind ursprünglich ein finnischer Stamm; sie sind jetzt wahrscheinlich in ihren drei Horden das zahlreichste aller wandernder Völker, und lebten schon im sechsten Jahrhundert in der Steppe, in welcher ich sie gesehen. Der Byzantiner Menander (p. 380—382 ed. Nieb.) erzählt ausdrücklich, wie der Chakan der Türken (Thu-khiu) im Jahr 569 dem vom Kaiser Justinus II. abgesandten Zemarchus eine Kirghisen-Sklavin schenkte; er nennt sie eine χερχίς, und auch bei A b u l g a s i (Historia Mongolorum et Tatarorum) heißen die Kirghisen K i r k i z. Die Aehnlichkeit der Sitten ist, wo die Natur des Landes den Hauptcharakter der Sitten hervorruft, ein sehr unsicherer Beweis der Stammähnlichkeit. Das Leben in der Steppe erzeugt bei Türken (Ti, Tukiu), bei Baschkiren (Finnen), bei Kirghisen, bei Torgod und Dsungaren (Mongolen) dieselben Gewohnheiten des nomadischen Lebens, denselben Gebrauch von Filzzelten, die auf Wagen fortgeführt und bei den Viehheerden aufgeschlagen werden.

[illegible] Aehnlichkeit oder Verschiedenheit der Racen. Sie haben diese
[illegible] der Abstammung in das geheimnißvolle Labyrinth führt, [illegible]
[illegible] (körperlichen) Anlagen mit der geistigen Kraft in
[illegible] sich darstellt. Die glänzenden Fortschritte, welche
[illegible] im deutschen Vaterlande seit noch nicht einem halben
[illegible] die Untersuchungen über den nationellen Charak-
[illegible] was die Abstammung scheint herbeigeführt zu haben. Wie
[illegible], steht aber auch hier die Gefahr der Täuschung neben
[illegible] Ausbeute.

[illegible] Studien, durch gründliche Kenntniß der Geschichte unterstützt
[illegible] dieser Vergleichung der Völker, und der Sprachen, welcher
[illegible] Zeitepoche bedienten, anzuwenden sei. Unterjochung,
[illegible] Einfluß einer fremden Religion, Vermischung der Stämme, wenn
[illegible] der mächtigeren und gebildeteren Einwanderer, haben ein
[illegible] erneuerndes Phänomen hervorgerufen: daß ganz
[illegible] bei einer und derselben Race, daß bei Völkern sehr ver-
[illegible] desselben Sprachstammes finden. Asiatische Welt-
[illegible] auf solche Erscheinungen eingewirkt.

[illegible] Naturkunde des Geistes; und wenn auch die Frei-
[illegible] Ungebundenheit die selbstgewählten Richtungen
[illegible] Einflüssen, stetig verfolgt, ihn der Erdgewalt mäch-
[illegible] Entwickelung doch nie ganz vollbracht. Es bleibt etwas
[illegible] aus Abstammung, dem Klima, der heiteren Himmels-
[illegible] der Inselwelt zugehört. Da nun der Reich-
[illegible] sich aus dem Gedanken wie aus des Geistes zar-
[illegible] daß bei der Innigkeit des Bandes, welches
[illegible] Sphäre der Intelligenz und der Gefühle, mit einander
[illegible] und der Färbung entbehre, welche ihn
[illegible] über das Verhältniß der Abstammung
[illegible]

[illegible] behaupten, widerstreben wir auch jeder
[illegible] Menschenracen. Es giebt bildsamere
[illegible] aber keine edleren Volksstämme. Alle sind
[illegible] welche in roheren Zuständen dem Einzel
[illegible] Institutionen der Gesammtheit als
[illegible] die durch die ganze Ge-
[illegible] sichtbar ist, wenn irgend eine die viel
[illegible] Vervollkommnung des ganzen Geschlech-
[illegible] das Bestreben, die Grenzen, welche
[illegible] zwischen die Menschen gestellt
[illegible] auf Religion, Nation und Farbe
[illegible] als ein zur Erreichung Eines Zweckes, der
[illegible] Ganzes zu behandeln. Es ist
[illegible] die durch seine Natur selbst ih
[illegible] seines Daseins. Er sieht
[illegible] er von Fernen

[illegible] Das [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] 6.

umflammt wird, als innerlich sein, als ihm zur Betrachtung und Wirksamkeit gegeben an. Schon das Kind sehnt sich über die Hügel, über die Seen hinaus, welche seine enge Heimath umschließen; es sehnt sich dann wieder pflanzenartig zurück: denn es ist das Rührende und Schöne im Menschen, daß Sehnsucht nach Erwünschtem und nach Verlorenem ihn immer bewahrt ausschließlich an dem Augenblicke zu haften. So festgewurzelt in der innersten Natur des Menschen, und zugleich geboten durch seine höchsten Bestrebungen, wird jene wohlwollend menschliche Verbindung des ganzen Geschlechts zu einer der großen leitenden Ideen in der Geschichte der Menschheit."*)

Mit diesen Worten, welche ihre Anmuth aus der Tiefe der Gefühle schöpfen, sei es dem Bruder erlaubt die allgemeine Darstellung der Naturerscheinungen im Weltall zu beschließen. Von den fernsten Nebelflecken und von kreisenden Doppelsternen sind wir zu den kleinsten Organismen der thierischen Schöpfung im Meer und Land, und zu den zarten Pflanzenkeimen herabgestiegen, welche die nackte Felsklippe am Abhang eisiger Berggipfel bekleiden. Nach theilweise erkannten Gesetzen konnten hier die Erscheinungen geordnet werden. Gesetze anderer, geheimnißvollerer Art walten in den höchsten Lebenskreisen der organischen Welt: in denen des vielfach gestalteten, mit schaffender Geisteskraft begabten, spracherzeugenden Menschengeschlechts. Ein physisches Naturgemälde bezeichnet die Grenze, wo die Sphäre der Intelligenz beginnt und der ferne Blick sich senkt in eine andere Welt. Es bezeichnet die Grenze und überschreitet sie nicht.

---

‡) Wilhelm von Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. III. S. 426. Ich füge aus demselben Werke noch folgendes hinzu: „Die stürmenden Eroberungen Alexanders, die staatsklug bedächtigen der Römer, die wild grausamen der Mexicaner, die despotischen Ländervereinigungen der Incas haben in beiden Welten dazu beigetragen, das vereinzelte Dasein der Völker aufzuheben und weitere Verbindungen zu stiften. Große und starke Gemüther, ganze Nationen handelten unter der Macht einer Idee, die ihnen in ihrer Reinheit gänzlich fremd war. In der Wahrheit ihrer tiefen Milde sprach sie zuerst, ob es ihr gleich nur langsam Eingang verschaffen konnte, das Christenthum aus. Früher kommen nur einzelne Anklänge vor. Die neuere Zeit hat den Begriff der Civilisation lebendiger aufgefaßt und das Bedürfniß erregt, Verbindungen der Völker und Cultur weiter zu verbreiten; auch die Selbstsucht gewinnt die Ueberzeugung, daß sie auf diesem Wege weiter gelangt, als auf dem gewaltsamer Absonderung. Die Sprache umschlingt mehr als sonst etwas im Menschen das ganze Geschlecht. Gerade in ihrer völkertrennenden Eigenschaft vereinigt sie durch das Wechselverständniß fremdartiger Rede die Verschiedenheit der Individualitäten, ohne ihrer Eigenthümlichkeit Eintrag zu thun." (A. a. O. S. 427.)

Zweites Buch.

Anregungsmittel zum Naturstudium.

Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft: Dichterische Naturbeschreibung — Landschaftmalerei — Cultur exotischer Gewächse, den physiognomischen Charakter der Pflanzendecke auf der Erdoberfläche bezeichnend.

Wir treten aus dem Kreise der Objecte in den Kreis der Empfindungen. Die Hauptresultate der Beobachtung, wie sie, von der Phantasie entblößt, der reinen Objectivität wissenschaftlicher Naturbeschreibung angehören, sind, eng an einander gereiht, in dem ersten Buche dieses Werks, unter der Form eines Naturgemäldes, aufgestellt worden. Jetzt betrachten wir den Reflex des durch die äußeren Sinne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die dichterisch gestimmte Einbildungskraft. Es eröffnet sich uns eine innere Welt. Wir durchforschen sie, nicht um in diesem Buche von der Natur zu ergründen, — wie es von der Philosophie der Kunst gefordert wird —, was in der Möglichkeit ästhetischer Wirkungen dem Wesen der Gemüthskräfte und den mannigfaltigen Richtungen geistiger Thätigkeit zukommt; sondern vielmehr um die Quelle lebendiger Anschauung, als Mittel zur Erhöhung eines reinen Naturgefühls, zu schildern, um den Ursachen nachzuspüren, welche besonders in der neueren Zeit, durch Belebung der Einbildungskraft so mächtig auf die Liebe zum Naturstudium und auf den Hang zu fernen Reisen gewirkt haben.

Die Anregungsmittel sind, wie wir schon früher bemerkt haben*, von dreierlei Art: ästhetische Behandlung von Naturscenen, in belebten Schilderungen der Thier- und Pflanzenwelt, ein sehr moderner Zweig der Litteratur; Landschaftmalerei, besonders in so fern sie angefangen hat die Physiognomik der Gewächse aufzufassen; mehr verbreitete Cultur von Tropengewächsen und contrastirende Zusammenstellung exotischer Formen. Jedes der hier bezeichneten Anregungsmittel könnte schon seiner historischen Beziehungen wegen der Gegenstand vielumfassender Erörterung werden; aber nach dem Geiste und dem Zweck meiner Schrift scheint es geeigneter nur wenige leitende Ideen zu entwickeln, daran zu erinnern, wie die Naturwelt in verschiedenen Zeitepochen und bei verschiedenen Volksstämmen so ganz anders auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat, wie in einem Zeitalter allgemeiner Cultur das ernste Wissen und die zarteren Anregungen der Phantasie sich gegenseitig zu durchdringen streben. Um die Natur in ihrer ganzen erhabenen Größe zu schildern, darf man nicht bei den äußeren Erscheinungen allein verweilen; die Natur muß auch dargestellt werden, wie sie sich im Inneren des Menschen abspiegelt, wie sie durch diesen Reflex bald das Nebelland physischer Mythen mit anmuthigen Gestalten füllt, bald den edlen Keim darstellender Kunstthätigkeit entfaltet.

Indem wir uns hier auf die einfache Betrachtung der Anregungsmittel zum wissenschaftlichen Naturstudium beschränken, erinnern wir zuerst an die mehrfach sich wiederholende Erfahrung, daß oft sinnliche Eindrücke und zufällig scheinende Umstände in jungen Gemüthern die ganze Richtung eines Menschenlebens bestimmen. Kindliche Freude an der Form von Ländern und eingeschlossenen Meeren†, wie sie auf Karten dargestellt sind, der

---

* Kosmos, erstes Buch, S. 23.

† Die Formen des Littorals von Italien, Sicilien, Griechenland, dem adriat. und rothen Meere. S. meine Relation historique du Voy. aux Régions équinoxiales T. I. p. 208.

Hang nach dem Anblick der südlichen Sternbilder, dessen unser Himmelsgewölbe entbehrt*), Abbildungen von Palmen und libanotischen Cedern in einer Bilderbibel können den frühesten Trieb nach Reisen in ferne Länder in die Seele pflanzen. Wäre es mir erlaubt eigene Erinnrungen anzurufen, mich selbst zu befragen, was einer unvertilgbaren Sehnsucht nach der Tropengegend den ersten Anstoß gab, so müßte ich nennen: Georg Forster's Schilderungen der Südsee-Inseln; Gemälde von Hodges die Ganges-Ufer darstellend, im Hause von Warren Hastings zu London; einen colossalen Drachenbaum in einem alten Thurme des botanischen Gartens bei Berlin. Die Gegenstände, welche wir hier beispielsweise aufzählen, gehörten den drei Classen von Anregungsmitteln an, die wir früher bezeichneten: der Naturbeschreibung, wie sie einer begeisterten Anschauung des Erdenlebens entquillt, der darstellenden Kunst als Landschaftmalerei, und der unmittelbaren objectiven Betrachtung charakteristischer Naturformen. Diese Anregungsmittel üben aber ihre Macht nur da aus, wo der Zustand moderner Cultur und ein eigenthümlicher Gang der Geistesentwicklung unter Begünstigung ursprünglicher Anlagen die Gemüther für Natureindrücke empfänglicher gemacht hat.

I. Naturbeschreibung. — Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme.

Es ist oftmals ausgesprochen worden, daß die Freude an der Natur, wenn auch dem Alterthume nicht fremd, doch in ihm als Ausdruck des Gefühls sparsamer und minder lebhaft gewesen sei denn in der neueren Zeit. „Wenn man sich," sagt Schiller†) in seinen Betrachtungen über die naive und sentimentale Dichtung, „der schönen Natur erinnert, welche die alten Griechen umgab; wenn man nachdenkt, wie vertraut dieses Volk unter seinem glücklichen Himmel mit der freien Natur leben konnte, wie sehr viel näher seine Vorstellungsart, seine Empfindungsweise, seine Sitten der einfältigen Natur lagen und welch ein treuer Abdruck derselben seine Dichterwerke sind: so muß die Bemerkung befremden, daß man so wenig Spuren von dem sentimentalischen Interesse, mit welchem wir Neueren an Naturscenen und Naturcharakteren hangen können, bei denselben antrifft. Der Grieche ist zwar im höchsten Grade genau, treu, umständlich in Beschreibung derselben, aber mit nicht mehrerem Herzensantheil, als er es in der Beschreibung eines Gewandes, eines Schildes, einer Rüstung ist. Die Natur scheint mehr seinen Verstand als sein moralisches Gefühl zu interessiren; er hängt nicht mit Innigkeit und süßer Wehmuth an derselben, wie die Neueren." So viel wahres und vortreffliches auch im einzelnen in diesen Aeußerungen liegt, so können sie doch keinesweges auf das ganze Alterthum ausgedehnt werden. Auch dürfen wir es wohl eine beschränkte Ansicht nennen, unter dem Alterthum, wenn dasselbe der neueren Zeit entgegengesetzt werden soll, immer nur ausschließlich die hellenische und römische Welt zu verstehen. Tiefes Naturgefühl spricht sich in den ältesten Dichtungen der Hebräer und Inder aus: also bei Volksstämmen sehr verschiedener, semitischer und indogermanischer Abkunft.

Wir können auf die Sinnesart der alten Völker nur aus den Aeußerungen der Naturgefühle schließen, welche in den Ueberbleibseln ihrer Literatur ausgesprochen sind; wir müssen daher diesen Aeußerungen um so sorgfältiger nachspüren und sie um so vorsichtiger beurtheilen, als sie sich unter den großen Formen der lyrischen und epischen Dichtung nur

*) Dante, Purg. I, 25—28:
Goder pareva il ciel di lor fiammelle:
O settentrional vedovo sito,
Poi che privato se' di mirar quelle!

†) Schiller's sämmtliche Werke 1826 Bd. XVIII. S. 231, 473, 480 und 486; Gervinus, neuere Gesch. der poet. National-Literatur der Deutschen 1840 Bd. I. S. 135; Adolph Becker im Charikles Th. I. S. 219. Vergleiche aber damit Eduard Müller über die Sophokleische Naturanschauung und die tiefe Naturempfindung der Griechen 1842 S. 10 und 26.

F

Reflexe der Auf-
schaftmalerei — e

Wir treten
resultate der
wissenschaftli
Buche dieses
betrachten
fuhl und d
Wir durch
es von d
Wirkung
Thätigke
zur Erh
welche
die Li
Di
Art:
Pfla
fern
tur
der
der
m
ir
r
r

des dichterischen Geistes episch und lyrisch. In diesen Kunstformen aber können
hilderungen sich nur wie zufällig beigemischt finden. Sie erscheinen nicht als ge-
Erzeugnisse der Phantasie. Je mehr der Einfluß der alten Welt verhallte, je mehr
üthen dahinwelkten, ergoß sich die Rhetorik in die beschreibende wie in die beleh-
idactische Poesie. Diese war ernst, großartig und schmucklos in ihrer ältesten phi-
schen, halb priesterlichen Form, als Naturgedicht des Empedocles; sie verlor all-
durch die Rhetorik von ihrer Einfachheit und früheren Würde.

ge es uns erlaubt sein, um das allgemein Gesagte zu erläutern, hier bei einzelnen
len zu verweilen. Wie der Charakter des Epos es erheischt, finden sich in den Ho-
ben Gesängen immer nur als Beiwerk die anmuthigsten Scenen des Naturlebens.
Hirte freut sich der Windstille der Nacht, des reinen Aethers und des Sternenglanzes
immelsgewölbe; er vernimmt aus der Ferne das Toben des plötzlich angeschwollenen,
nstämme und trüben Schlamm fortreißenden Waldstroms*)." Mit der großartigen
ödung der Waldeinsamkeit des Parnassos und seiner dunkeln, dickbelaubten Felsthä-
ontrastiren die heiter lieblichen Bilder des quellenreichen Pappelhaines in der Phäaken-
l Scheria, ünd vor allem das Land der Cyclopen, „wo schwellend von saftreichem,
endem Grase die Auen den ungepflegten Rebenhügel umgrenzen†)." Pindaros be-
t in einem Frühlingsdithyrambus, den er zu Athen hat aufführen lassen, „die mit
en Blüthen bedeckte Erde, wenn in der Argeischen Nemea der sich zuerst entwickelnde
rößling des Palmbaums dem Seher den anbrechenden, duftenden Frühling verkündigt;"
besingt den Aetna, „die Säule des Himmels, Nährerin dauernden Schnees," aber eilend
ndet er sich ab von der todten Natur und ihren Schauern, um Hieron von Syracus zu
ern und die siegreichen Kämpfe der Hellenen gegen das mächtige Volk der Perser.

Vergessen wir nicht, daß die griechische Landschaft den eigenthümlichen Reiz einer
inigeren Verschmelzung des Starren und Flüssigen, des mit Pflanzen geschmückten oder
alerisch felsigen, luftgefärbten Ufers und des wellenschlagenden, lichtwechselnden, klang-
ollen Meeres darbietet. Wenn anderen Völkern Meer und Land, das Erd- und See-
eben wie zwei getrennte Sphären der Natur erschienen sind, so ward dagegen den Hellenen,
und nicht etwa bloß den Inselbewohnern, sondern auch den Stämmen des südlichen Fest-
landes, fast überall gleichzeitig der Anblick dessen, was im Contact und durch Wechselwir-
kung der Elemente dem Naturbilde seinen Reichthum und seine erhabene Größe verleiht.
Wie hätten auch jene sinnigen, glücklich gestimmten Völker nicht sollen angeregt werden
von der Gestalt waldbegränzter Felsrippen an den tiefeingeschnittenen Ufern des Mittel-
meeres, von dem stillen nach Jahreszeit und Tagesstunden wechselnden Verkehr der Erd-
fläche mit den unteren Schichten des Luftkreises, von der Vertheilung der vegetabilischen
Gestalten? Wie sollte in dem Zeitalter, wo die dichterische Stimmung die höchste war, sich
nicht jegliche Art lebendiger sinnlicher Regung des Gemüthes in idealische Anschauung
auflösen? Der Grieche dachte sich die Pflanzenwelt in mehrfacher mythischer Beziehung
mit den Heroen und Göttern. Diese rächten strafend eine Verletzung geheiligter Bäume
und Kräuter. Die Einbildungskraft belebte gleichsam die vegetabilischen Gestalten; aber
die Formen der Dichtungsarten, auf welche bei der Eigenthümlichkeit griechischer Geistes-
entwicklung das Alterthum sich beschränkte, gestatteten dem naturbeschreibenden Theile nur
eine mäßige Entfaltung.

Einzeln bricht indeß selbst bei den Tragikern mitten in dem Gewühl aufgeregter Leiden-

---

*) Ilias VIII, 555—559; IV, 452—455; XI, 115—199. Vergl. auch im Eingang der Heerschau die gehäuften, aber lebensvollen Schilderungen der Thierwelt II, 458—475.

†) Od. XIX, 431—445; VI, 290; IX, 115—199. Vergl. „des grünenden Haines Umschattung" bei der Felsengrotte der Kalypso, „wo ein Unsterblicher selbst würde bewunderungsvoll weilen und sich herzlich erfreuen des Anblicks," V, 55—73; die Brandung im Lande der Phäaken V, 400—442; die Gärten des Alcinous VII, 113—130. — Ueber den Frühlingsdithyrambus des Pindaros s. Böckh, Pindari Opera T. II. P. 2. p. 575—579.

schaft und wehmüthiger Gefühle ein tiefer Natursinn in begeisterte Schilderungen der Landschaft aus. Wenn Oedipus sich dem Haine der Eumeniden naht, singt der Chor „den edeln Ruhesitz des glanzvollen Kolonos, wo die melodische Nachtigall gern einkehrt und in helltönenden Lauten klagt;“ er singt „die grünende Nacht der Epheugebüsche, die vom himmlischem Thau getränkten Narcissen, den goldstrahlenden Krokos und den unvertilgbaren, stets selber sich wiedererzeugenden Oelbaum.“ *) Indem Sophokles seinen Geburtsort, den Gau von Kolonos, zu verherrlichen strebt, stellt er die hohe Gestalt des schicksalverfolgten, herumirrenden Königs an die schlummerlosen Gewässer des Kephissos, von heiteren Bildern sanft umgeben. Die Ruhe der Natur vermehrt den Eindruck des Schmerzes, welchen die hehre Gestalt des Erblindeten, das Opfer verhängnißvoller Leidenschaft, hervorruft. Auch Euripides †) gefällt sich in der malerischen Beschreibung von „Messeniens und Lakoniens Triften, die, unter dem ewig milden Himmel, durch tausend Quellenbrunnen genährt, von dem schönen Pamisos durchströmt werden.“

Die bukolische Dichtung, in den Gefilden von Sicilien entstanden und zum Dramatischen volksthümlich hingeneigt, führt mit Recht den Namen einer Uebergangsform. Sie schildert im kleinen Hirten-Epos mehr den Naturmenschen als die Landschaft. So erscheint sie in ihrer anmuthigsten Vollendung, in Theokrit. Ein weiches elegisches Element ist übrigens dem Idyll eigen, gleichsam als wäre es „aus der Sehnsucht nach einem verlorenen Ideal“ entstanden, als sei immerdar in der Brust des Menschen dem tiefen Naturgefühl eine gewisse Wehmuth beigemischt.

Wie nun mit dem freien Volksleben die Poesie in Hellas erstarb, wurde diese beschreibend, didactisch, eine Trägerin des Wissens. Sternkunde, Erdbeschreibung, Jagd und Fischfang treten auf in der alexandrinischen Zeit als Gegenstände der Dichtkunst, oft geziert durch eine sehr vorzügliche metrische Technik. Die Gestalten und Sitten der Thierwelt werden mit Anmuth und oft mit einer Genauigkeit geschildert, daß die neuere classificirende Naturkunde Gattungen und selbst Arten in den Beschreibungen erkennen kann. Es fehlt aber allen diesen Dichtungsarten das innere Leben, eine begeisterte Anschauung der Natur, das, wodurch die Außenwelt dem angeregten Dichter fast unbewußt ein Gegenstand der Phantasie wird. Das Uebermaaß des beschreibenden Elements findet sich in den durch kunstreichen Versbau ausgezeichneten 48 Gesängen der Dionysiaca des Aegyptiers Nonnus. Der Dichter gefällt sich in der Darstellung großer Naturumwälzungen; er läßt durch ein vom Blitz entzündetes Waldufer, im Flußbette des Hydaspes, selbst die Fische verbrennen; er lehrt, wie aufsteigende Dämpfe den meteorologischen Proceß des Gewitters und eines electrischen Regens erzeugen. Zur romantischen Poesie hingeneigt, ist Nonnus von Panopolis wundersam ungleich, bald begeistert und anregend, bald langweilig und wortreich.

Mehr Naturgefühl und Zartheit der Empfindung offenbaren sich in einzelnen Theilen der griechischen Blumenlese (Anthologie), welche auf so verschiedenen Wegen und aus verschiedenen Zeiten zu uns gelangt ist. In der anmuthigen Uebersetzung von Jacobs ist alles, was das Thier- und Pflanzenleben betrifft, in eine Abtheilung vereinigt. Es sind kleine Bilder, meist nur Anspielungen auf individuelle Formen. Die Platane, welche „in ihrem Gezweige die mostschwellende Traube ernährt,“ und aus Kleinasien über die Insel des Diomedes erst unter Dionysius dem Aelteren bis zu den Ufern des sicilischen Anapus

*) Oed. in Kolonos v. 668—719. Als Beschreibungen der Landschaft, in denen sich ein tiefes Naturgefühl offenbart, muß ich hier noch erwähnen: der Schilderung des Citbäron in Euripides Bachen v. 1045 (Leake, North. Greece Vol. II. p. 370), wo der Bote aus dem Asoposthale aufsteigt; des Sonnenaufganges im Delphischen Thale bei Euripides, Ion v. 82; des Anblickes der heiligen Delos, mit trüben Farben gemalt: „von Möwen umflattert, von stürmischen Wellen gegeißelt,“ bei Kallimachus im Hymnos auf Delos v. 11.

†) Nach Strabo (lib. VIII pag. 366, Casaub.), wo er den Tragiker wegen einer geographisch unrichtigen Begrenzung von Elis anklagt. Die schöne Stelle des Euripides ist aus dem Kresphontes und die Beschreibung der Trefflichkeit Messene's stand mit der Exposition der politischen Verhältnisse (der Theilung der Länder unter die Herakliden) in genauer Verbindung. Die Naturschilderung war also auch hier, wie Böckh scharfsinnig bemerkt, an menschliche Verhältnisse geknüpft.

vordrang, wird vielleicht nur zu oft besungen; doch scheint im ganzen der antike Sinn in diesen Liedern und Epigrammen mehr der Thier- als der Pflanzenwelt zugewandt. Eine edle und zugleich etwas größere Composition ist das Frühlings-Idyllium des Meleager von Gadara in Cölesyrien*).

Schon des alten Rufes der Gegend wegen muß ich der Schilderung des Waldthales von Tempe erwähnen, welche Aelian†) wahrscheinlich nach dem Vorbilde des Dicäarchus entworfen hat. Es ist das Ausführlichste, was uns von Naturbeschreibungen aus den griechischen Prosaikern erhalten ist, topographisch freilich, aber doch auch malerisch zugleich; denn das schattige Thal wird belebt durch den pythischen Aufzug (theoria), „welcher vom heiligen Lorbeer die sühnenden Zweige bricht." In der späten byzantinischen Zeit, seit dem Ende des vierten Jahrhunderts, sehen wir landschaftliche Schilderungen schon häufiger in die Romane der griechischen Prosaiker eingewebt. Durch diese Schilderungen zeichnet sich der Schäferroman des Longus‡) aus, in welchem aber doch zarte **Lebensbilder** den Ausdruck der **Naturgefühle** weit übertreffen.

Es war nicht der Zweck dieser Blätter mehr zu liefern, als was durch specielle Erinnerung an einzelne Kunstformen die allgemeinen Betrachtungen über die dichterische Auffassung der Außenwelt zu erläutern vermag. Ich würde schon den Blüthenkreis des hellenischen Alterthums verlassen, wenn in einem Werke, dem ich gewagt den Namen **Kosmos** vorzusetzen, mit Stillschweigen die Naturschilderung übergangen werden dürfte, mit der das Pseudo-Aristotelische Buch vom Kosmos (oder von der **Weltordnung**) anhebt. Es zeigt uns dieselbe „den Erdball mit üppigem Pflanzenwuchse geschmückt, reich bewässert und (als das Preiswürdigste) von denkenden Wesen bewohnt."||) Die rhetorische Färbung eines so reichen Naturbildes, der concisen und rein wissenschaftlichen Darstellungsweise des Stagiriten völlig unähnlich, ist selbst als eines der vielen Zeichen der Unächtheit jener Schrift **über den Kosmos** erkannt worden. Mag sie immerhin dem Appulejus¶) oder dem Chrysippus**) oder wem sonst zugehören! Die naturbeschreibende Stelle, die wir als aristotelisch entbehren, wird uns gleichsam durch eine andere ächte ersetzt, welche Cicero uns erhalten hat. Aus einem verlorenen Werke des Aristoteles führt dieser in wörtlicher Uebertragung††) folgendes an: „Wenn es Wesen gäbe, die in den Tiefen der Erde immerfort in Wohnungen lebten, welche mit Statuen und Gemälden und allem dem verziert wären,

*) Meleagri Reliquiae ed. Manso p. 5. Vergl. **Jacobs**, Leben und Kunst der Alten Bd. I. Abth. 1. S. XV, Abth. 2. S. 150—190. Das Frühlingsgedicht des Meleager glaubte Zenobetti (Mel. Gadareni in Ver Idyllion 1759 p. 5) um die Mitte des 18ten Jahrhunderts zuerst entdeckt zu haben. S. Brunckii Anal. T. III. p. 105. — Zwei schöne Waldgedichte des **Marianos** stehen in der Anthol. graeca II, 511 und 512. Mit dem Meleager contrastirt das Lob des Frühlings in den Eclogen des **Himerius**, eines Sophisten, der unter Julian Lehrer der Rhetorik zu Athen war. Der Styl ist im ganzen kalt und geziert; aber im Einzelnen, besonders in der beschreibenden Form, kommt er bisweilen der modernen Weltanschauung sehr nahe. Himerii Sophistae Eclogae et Declamationes, ed. Wernsdorf 1790 (Oratio III, 3—6 und XXI, 5). Man muß sich wundern, daß die herrliche Lage von Constantinopel den Sophisten gar nicht begeistert habe (Orat. VII, 5—7; XVI, 3—8). — Die oben im Text bezeichneten Stellen des **Nonnus** finden sich Dionys. ed. Petri Cunaei 1610 lib. II p. 70, VI p. 199, XXIII p. 16 und 619, XXVI p. 694. (Vergl. auch **Ouwaroff**, **Nonnos** von Panopolis, der Dichter 1817 S. 3, 16 und 21.)

†) Aeliani Var. Hist. et Fragm. lib. III cap. 1 pag. 139. Kühn. Vergl. A. **Buttmann**, Quaest. de Dicaearcho (Naumb. 1832) p. 32 und Geogr. gr. min. ed. Gail Vol. II. p. 140—145. — Eine merkwürdige Naturliebe, besonders eine Blumenliebhaberei, die William Jones schon mit der der indischen Dichter zusammengestellt, bemerkt man bei einem Tragiker, dem Chäremon; s. **Welcker**, griechische Tragödien Abth. III. S. 1088.

‡) Longi Pastoralia (Daphnis et Chloe, ed. Seiler 1843) lib. I, 9; III, 12 und IV, 1—3; pag. 92, 125 und 137. Vergl. **Villemain** sur les Romans grecs in seinen Mélanges de Littérature T. II. p. 435—448, wo Longus mit Bernardin de St. Pierre verglichen ist.

||) Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 3, 14—20, pag. 392 Bekker.

¶) S. Aristoteles bei den Römern von **Stahr** 1834 S. 173—177; **Osann**, Beiträge zur griech. und röm. Literaturgeschichte Bd. I. 1835 S. 165—192. Stahr vermuthet (S. 172) wie Heumann, daß der heutige griechische Text eine umgestaltete Uebersetzung des lateinischen Textes des **Appulejus** sei. Letzterer (de Mundo p. 250 Bip.) sagt bestimmt: „er habe sich in der Abfassung seines Buches an Aristoteles und Theophrast gehalten."

) **Osann a. a. O. S. 194—266.

††) **Cicero** de Natura Deorum II, 37. Eine Stelle, in welcher **Sextus Empiricus** (adversus Physicos lib. IX. 22 p. 554 Fabr.) eine ähnliche Aeußerung des Aristoteles anführt, verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als Sextus kurz vorher (IX. 20) auf einen anderen, für uns ebenfalls verlorenen Text (über Divination und Träume) anspielt.

was die für glücklich Gehaltenen in reicher Fülle besitzen; wenn dann diese Wesen Ku
erhielten von dem Walten und der Macht der Götter, und durch die geöffneten Erdspa
aus jenen verborgenen Sitzen herausträten an die Orte, die wir bewohnen; wenn sie
plötzlich Erde und Meer und das Himmelsgewölbe erblickten, den Umfang der Wolken
die Kraft der Winde erkennten, die Sonne bewunderten in ihrer Größe, Schönheit
lichtausströmenden Wirkung; wenn sie endlich, sobald die einbrechende Nacht die Erd
Finsterniß hüllt, den Sternenhimmel, den lichtwechselnden Mond, den Auf- und Unterg
der Gestirne und ihren von Ewigkeit her geordneten unveränderlichen Lauf erblickten
würden sie wahrlich aussprechen, es gebe Götter und so große Dinge seien ihr We
Man hat mit Recht gesagt, daß diese Worte allein schon hinreichen Cicero's Ausspruch
„den goldenen Strom der Aristotelischen Rede" zu bewähren*), daß in ihnen etwas
der begeisternden Kraft des Platonischen Genius weht. Ein solcher Beweis für das
sein himmlischer Mächte aus der Schönheit und unendlichen Größe der Werke der Schöpf
steht in dem Alterthum sehr vereinzelt da.

Was wir, ich sage nicht in der Empfänglichkeit des griechischen Volkes, sondern in
Richtungen seiner literarischen Productivität vermissen, ist noch sparsamer bei den Rö
zu finden. Eine Nation, die nach alter siculischer Sitte dem Feldbau und dem Landl
vorzugsweise zugethan war, hätte zu anderen Hoffnungen berechtigt; aber neben so vi
Anlagen zur praktischen Thätigkeit war der Volkscharakter der Römer in seinem ka
Ernste, in seiner abgemeßnen nüchternen Verständigkeit, sinnlich weniger erregbar, der
täglichen Wirklichkeit mehr als einer idealisirenden dichterischen Naturanschauung hi
geben. Diese Unterschiede des inneren Lebens der Römer und der griechischen Stä
spiegeln sich ab in der Literatur als dem geistigen Ausdruck alles Volkssinnes. Zu i
gesellt sich noch, trotz der Verwandtschaft in der Abstammung, die anerkannte Verschie
heit in dem organischen Bau der beiden Sprachen. Der Sprache des alten Latium
mindere Bildsamkeit, eine beschränktere Wortfügung, „eine mehr realistische Tendenz"
idealische Beweglichkeit zugeschrieben. Dazu konnte im Augusteischen Zeitalter der
fremdende Hang griechischen Vorbildern nachzustreben den Ergießungen heimischer Gem
lichkeit und eines freien Naturgefühls hinderlich werden; aber, von Vaterlandslieb
tragen, wußten kräftige Geister durch schöpferische Individualität, durch Erhabenhei
Ideen, wie durch zarte Anmuth der Darstellung jene Hindernisse zu überwinden.

Reichlich mit poetischem Genius ausgestattet ist das begeisterte Naturgedicht des Lu
tius. Es umfaßt den ganzen Kosmos; dem Empedocles und Parmenides verwandt
hebt die archaistische Diction den Ernst der Darstellung. Die Poesie ist hier tief mi
Philosophie verwachsen, ohne deshalb in die „Frostigkeit" der Composition zu verfallen
gegen die phantasiereiche Naturansicht Plato's abstechend, schon von dem Rhetor Mena
in dem über die physischen Hymnen gefällten Urtheil so bitter getadelt wird†).
Bruder hat mit vielem Scharfsinn die auffallenden Analogien und Verschiedenheiten
wickelt, welche aus der Verwachsung metaphysischer Abstractionen mit der Poesie in
alten griechischen Lehrgedichten, in dem des Lucretius und in der Episode Bhagavad-G
aus dem indischen Epos Mahabharata‡), entstanden sind. Das große physische Wel

---

*) „Aristoteles flumen orationis aureum fundens." Cic. Acad. Quaest. II cap. 38. Vergl. Stahr, Aristotelia Th. II. S. 161 und in dessen Schrift: Aristoteles bei den Römern S. 53.

†) Menandri Rhetoris Comment. de Encomiis ex rec. Heeren 1785 sect. I cap. 5 p. 38 und 39. Der strenge Kritiker nennt das didactische Naturgedicht [illegible] eine frostige Composition, in der die Naturkräfte ihrer Persönlichkeit entkleidet auftreten, Apoll das Licht, Here der Inbegriff der Lufterscheinungen, Zeus die Wärme ist. Auch Plutarch de aud. poet. p. 27 Steph. verspottet die sogenannten Naturgedichte, welche nur die Form der Poesie haben. Nach dem Sta
giriten de Poet. c. 1 ist Empedocles mehr Physi
als Dichter, er hat mit Homer nichts gemein als
Versmaaß.

‡) „Es mag wunderbar scheinen, die Dichtun
sich überall an Gestalt, Farbe und Mannigfaltigkei
freut, gerade mit den einfachsten und abgezogensten
verbinden zu wollen; aber es ist darum nicht we
richtig. Dichtung, Wissenschaft, Philosophie, Th
kunde sind nicht in sich und ihrem Wesen nach gesc
sie sind eins, wo der Mensch auf seinem Bildungsg
noch eins ist oder sich durch wahrhaft dichterische S

mälde des römischen Dichters contrastirt in seiner erkältenden Atomistik und seinen oft wilden geognostischen Träumen mit seiner lebensfrischen Schilderung von dem Uebergange des Menschengeschlechts aus dem Dickicht der Wälder zum Feldbau, zur Beherrschung der Naturkräfte, zur erhöhten Cultur des Geistes und also auch der Sprache, zur bürgerlichen Gesittung *).

Wenn bei einem Staatsmann, in einem bewegten und vielbeschäftigten Leben, in einem durch politische Leidenschaft aufgeregten Gemüthe lebendiges Naturgefühl und Liebe zu ländlicher Einsamkeit sich erhalten, so liegt die Quelle davon in den Tiefen eines großen und edlen Charakters. Cicero's eigene Schriften bezeugen die Wahrheit dieser Behauptung. Allerdings ist, wie allgemein bekannt, in dem Buche von den Gesetzen und in dem vom Redner manches dem Phädrus des Plato †) nachgebildet; das italische Naturbild hat aber darum nichts von seiner Individualität verloren. Plato preist in allgemeinen Zügen den „dunkeln Schatten der hochbelaubten Platane, die Kräuterfülle in vollem Dufte der Blüthen, die Lüfte, welche süß und sommerlich in den Chor der Cicaden wehen." In Cicero's kleinem Naturbilde ist, wie noch neuerlichst ein sinniger Forscher ‡) bemerkt hat, alles so dargestellt, wie man es heute noch in der wirklichen Landschaft wiederfindet. Den Liris sehen wir von hohen Pappeln beschattet; man erkennt, wenn man von dem steilen Berge hinter der alten Burg von Arpinum gegen Osten hinabsteigt, den Eichenhain am Bache Fibrenus, wie die Insel, jetzt Isola di Carnello genannt, welche durch die Theilung des Flüßchens entsteht und in die Cicero sich zurückzog, um, wie er sagt, „seinen Meditationen nachzuhangen, zu lesen oder zu schreiben." Arpinum am Volscischen Gebirge war des großen Staatsmannes Geburtssitz, und die herrliche Umgebung hat gewiß auf seine Stimmung im Knabenalter gewirkt. Dem Menschen unbewußt, gesellt sich früh, was die umgebende, mehr oder minder anregende Natur in der Seele abspiegelt, zu dem, was tief und frei in den ursprünglichen Anlagen, in den inneren geistigen Kräften gewurzelt ist.

Mitten unter den verhängnißvollen Stürmen des Jahres 708 (nach Erbauung der Stadt) fand Cicero Trost in seinen Villen, abwechselnd in Tusculum, in Arpinum, bei Cumä und Antium. „Nichts ist erfreulicher," schreibt er ||) an Atticus, „als diese Einsamkeit, nichts anmuthiger als dieser Landsitz, als das nahe Ufer und der Blick auf das Meer. — In der Einöde der Insel Astura, an der Mündung des gleichnamigen Flusses, am Ufer des tyrrhenischen Meeres, stört mich kein Mensch; und wenn ich mich früh Morgens in einem dichten und rauhen Wald verborgen halte, verlasse ich denselben vor Abend nicht. Nächst meinem Atticus ist mir nichts so lieb als die Einsamkeit; in ihr pflege ich meinem Verkehr mit den Wissenschaften, doch wird dieser oft durch Thränen unterbrochen. Ich kämpfe (als Vater) dagegen an, so viel ich es vermag, aber noch bin ich solch einem Kampfe nicht gewachsen." Man hat mehrfach bemerkt, daß in diesen Briefen und in denen des jüngeren Plinius Anklänge moderner Sentimentalität nicht zu verkennen seien. Ich finde darin nur Anklänge tiefer Gemüthlichkeit, die in jedem Zeitalter, bei jedem Volksstamme aus dem schmerzlich beklommenen Busen emporsteigen.

Die Kenntniß der großen Dichterwerke des Virgil, des Horatius und des Tibullus ist

---

mung in jene Einheit zurückversetzt." Wilhelm v. Humboldt, gesammelte Werke Bd. I. S. 98—102 (vergl. auch Bernhardy, röm. Literatur S. 215—218 und Fried. Schlegel's sämmtliche Werke Bd. I. S. 108—110). Cicero (ad Quint. fratrem II, 11) schrieb freilich, wo nicht mürrisch, doch mit vieler Strenge, dem von Virgil, Ovid und Quintilian so hochgepriesenen Lucretius mehr Kunst als schöpferisches Talent (ingenium) zu.

*) Lucret. lib. V, v. 930—1455.

†) Plato, Phaedr. p. 230; Cicero de Leg. I. 5, 15; II. 2, 1—3; II. 3, 6 (vergl. Wagner, Comment. perp. in Cic. de Leg. 1804 p. 6); Cic. de Oratore I. 7, 28 (pag. 15 Ellendt).

‡) S. die vortreffliche Schrift von Rudolph Abeken, Rector des Gymnasiums zu Osnabrück, welche unter dem Titel: Cicero in seinen Briefen im Jahr 1835 erschienen ist, S. 431—434. Die wichtige Zugabe über Cicero's Geburtsstätte ist von H. Abeken, dem gelehrten Neffen des Verfassers, ehemals preußischem Gesandtschaftsprediger in Rom, jetzt theilnehmend an der wichtigen ägyptischen Expedition des Professor Lepsius. Vergl. auch über die Geburtsstätte des Cicero Valery, Voy. hist. en Italie T. III. p. 421.

||) Cic. Ep. ad Atticum XII, 9 und 15.

mit der allgemeinen Verbreitung der römischen Literatur so innigst verwebt, daß es überflüssig wäre hier bei einzelnen Zeugnissen des zarten und immer regen Naturgefühls, das einige dieser Werke belebt, zu verweilen. In Virgils National-Epos konnte nach der Natur dieser Dichtung die Beschreibung des Landschaftlichen allerdings nur als Beiwerk erscheinen und einen sehr kleinen Raum einnehmen. Individuelle Auffassung bestimmter Localitäten *) bemerkt man nicht, wohl aber in mildem Farbenton ein inniges Verständniß der Natur. Wo ist das sanfte Spiel der Meereswogen, wo die Ruhe der Nacht glücklicher beschrieben? Wie contrastiren mit diesen heiteren Bildern die kräftigen Darstellungen des einbrechenden Ungewitters im ersten Buche vom Landbau, der Meerfahrt und Landung bei den Strophaden, des Felsensturzes oder des flammensprühenden Aetna's in der Aeneis! †) Von Ovidius hätten wir als Frucht seines langen Aufenthalts in den Ebenen von Tomi (in Unter-Mösien) eine dichterische Naturbeschreibung der Steppen erwarten können, deren keine aus dem Alterthum auf uns gekommen ist. Der Verbannte sah freilich nicht die Art von Steppen, welche im Sommer mit vier bis sechs Fuß hohen, saftreichen Kräutern dicht bedeckt sind und bei jedem Windeshauch das anmuthige Bild bewegter Blüthenwellen darbieten; der Verbannungsort des Ovidius war ein ödes, sumpfreiches Steppenland, und der gebrochene Geist des unmännlich Klagenden war mit Erinnerungen an die Genüsse der geselligen Welt, an die politischen Ereignisse in Rom, nicht mit der Anschauung der ihn umgebenden scythischen Einöde erfüllt. Als Ersatz hat uns der hochbegabte, jeder lebensfrischen Darstellung so mächtige Dichter neben den, freilich nur zu oft wiederholten, allgemeinen Schilderungen von Höhlen, Quellen und „stillen Mondnächten" eine überaus individualisirte, auch geognostisch wichtige Beschreibung des vulkanischen Ausbruchs bei Methone, zwischen Epidaurus und Trözen, gegeben. Es ist dieser Beschreibung schon an einem anderen Orte, in dem Naturgemälde ‡), gedacht. Ovidius zeigt uns, „wie durch der eingezwängten Dämpfe Kraft der Boden gleich einer luftgefüllten Blase, gleich dem Fell des zweigehörnten Bockes anschwillt und sich als ein Hügel erhebt."

Am meisten ist zu bedauern, daß Tibullus keine große naturbeschreibend[illegible]ition von individuellem Charakter hat hinterlassen können. Unter den Dichte[illegible]stei-schen Zeitalters gehört er zu den wenigen, die, der alexandrinischen Ge[illegible]lück-licherweise fremd, der Einsamkeit und dem Landleben ergeben, gefühlvoll [illegible]ach, aus eigener Quelle schöpften. Elegien ||) müssen freilich als Sittenbilder [illegible]en, in welchen die Landschaft den Hintergrund bildet; aber die Feldw[illegible]ste Elegie des ersten Buches lehren, was [illegible]razens und Messala's F[illegible] er-warten gewesen.

Lucanus, der Enkel des Rhetors [illegible]Seneca, ist diesem fre[illegible]ri-schen Schmuck der Diction nur zu [illegible]och finden wir bei [illegible] und naturwahres Gemälde von der [illegible] Druidenwaldes ¶) [illegible] losen Gestade von Marseille. Die g[illegible]mme erhalten s[illegible]

*) Die Stellen des Virgilius, welche Malte-[illegible] Annales des Voyages T. III. 1808 p. 235—2[illegible] Local-Beschreibungen anführt, beweisen bloß, d[illegible] Dichter die Erzeugnisse der verschiedenen Länder, [illegible] Safran des Berges Tmolus, den Weihrauch der [illegible] bäer, die wahren Namen vieler kleinen Flüsse, ja die [illegible] phitischen Dämpfe kannte, welche aus einer Höhle in [illegible] Apenninen bei Amsanctus aufsteigen.

†) Virg. Georg. I. 356—392; III, 349—38[illegible] Aen. III, 191—211; IV, 246—251; IV, 522—528; XII, 684—689.

‡) S. Kosmos Buch I. S. 252 und 453. (Vergl. als einzelne Naturbilder Ovid. Met. I, 568—576; III, 155—164; III, 407—412; VII, 180—188; XV, 296—306. Trist. lib. I El. 3, 60; lib. III El. 4, 49; El. 12, 15. Ex Ponto lib. III, Ep. 7—9.) Zu den sel-

ander gelehnt; entblättert lassen sie den ersten Lichtstrahl in das schauervolle, heilige Dunkel dringen. Wer lange in den Wäldern der Neuen Welt gelebt, fühlt, wie lebendig mit wenigen Zügen der Dichter die Ueppigkeit eines Baumwuchses schildert, dessen riesenmäßige Reste noch in einigen Torfmooren von Frankreich begraben liegen *). In dem didactischen Gedichte Aetna des Lucilius Junior, eines Freundes des L. Annäus Seneca, sind allerdings die Ausbruchserscheinungen eines Vulkans mit Wahrheit geschildert; aber die Auffassung ist ohne Individualität, mit viel minderer, als wir schon oben †) an dem Aetna, dialogus, des jungen Bembo gerühmt haben.

Als endlich die Dichtkunst in ihren großen und edelsten Formen, wie erschöpft, dahinwelkte, seit der zweiten Hälfte des 4ten Jahrhunderts, waren die poetischen Bestrebungen, vom Zauber schöpferischer Phantasie entblößt, auf die nüchternen Realitäten des Wissens und des Beschreibens gerichtet. Eine gewisse rednerische Ausbildung des Styls konnte nicht ersetzen, was an einfachem Naturgefühl und idealisirender Begeisterung abging. Als Erzeugniß dieser unfruchtbaren Zeit, in der das poetische Element nur wie ein zufälliger äußerer Schmuck des Gedankens erscheint, nennen wir das Moselgedicht des Ausonius. Im aquitanischen Gallien geboren, hatte der Dichter dem Feldzuge Valentinians gegen die Alemannen beigewohnt. Die Mosella, in dem alten Trier gedichtet, besingt in einzelnen Stellen ‡) nicht ohne Anmuth die schon damals rebenbepflanzten Hügel eines der schönsten Ströme unsres vaterländischen Bodens; aber die nüchterne Topographie des Landes, die Aufzählung der der Mosel zuströmenden Bäche, die Charakteristik der Fischgattungen in Gestalt, Farbe und Sitten sind Hauptgegenstände dieser ganzen didactischen Composition.

In den römischen Prosaikern, unter denen wir schon oben einige denkwürdige Stellen des Cicero angeführt, sind Naturbeschreibungen eben so selten als in den griechischen. Nur die großen Historiker Julius Cäsar, Livius und Tacitus bieten einzelne Beispiele dar, wo sie veranlaßt sind Schlachtfelder, Uebergänge von Flüssen oder unwegsame Bergpässe zu beschreiben, da, wo sie das Bedürfniß fühlen den Kampf der Menschen mit Naturhindernissen zu schildern. In den Annalen des Tacitus entzücken mich die Beschreibung der unglücklichen Schiffahrt des Germanicus auf der Ems (Amisia) und die großartige geographische Schilderung der Bergketten von Syrien und Palästina ||). Curtius ¶) hat uns

---

*) S. oben Kosmos Buch I. S. 148.

†) S. a. a. O. S. 455. Das Gedicht Aetna des Lucilius, sehr wahrscheinlich Theil eines größeren Gedichts über die Naturmerkwürdigkeiten Siciliens, wurde von Wernsdorf dem Cornelius Severus zugeschrieben. Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen: das Lob des allgemeinen Naturwissens, als „Früchte des [illegible]" betrachtet, v. 270—280; die Lavaströme v. [illegible] und 474—515; die Wasserausbrüche am Fuß [illegible] (?) v. 395; die Bildung des Bimssteins [illegible] v. XVI—XX, 32, 42, 46, 50 und 55 ed.

‡) [illegible] Magni Ausonii Mosella v. 1[illegible]—199, [illegible] Böcking. Vergl. auch die in naturhi[illegible] nicht unwichtige, von Valenciennes [illegible] Notiz über die Fische der Mosel v. [illegible]—12, ein Gegenstück zu Cyprian [illegible] Lit. Th. II. S. 1049.) Zu dieser [illegible] Dichtungsart, welche sich mit Natur[illegible], gehörten auch die nicht auf uns [illegible] und Theriaca des Aemi[illegible] den Werken des Kolophoniers [illegible] als des Ausonius [illegible] der südlichen Küste [illegible] des Claudius [illegible], eines Staatsmannes [illegible] den Einbruch der Bar[illegible] Rutilius nach Gallien [illegible] Wir besitzen leider nur ein [illegible] welches nicht weiter als [illegible] führt. S. Rutilii Claudii Namatiani de Reditu suo (e Roma in Galliam Narbonensem) libri duo; rec. A. W. Zumpt 1840 p. XV, 31 und 219) mit einer schönen Carte von Kiepert); Wernsdorf, Poetae lat. min. T. V. P. I. p. 125.

||) Tac. Ann. II, 23—24; Hist. V, 6. Das einzige Fragment, das uns der Rhetor Seneca (Suasor. I p. 11 Bipont.) aus einem Heldengedichte erhalten hat, in welchem Ovids Freund Pedo Albinovanus die Thaten des Germanicus besang, beschreibt ebenfalls die unglückliche Schiffahrt auf der Ems (Ped. Albinov. Elegiae Amst. 1703 p. 172). Seneca hält diese Schilderung des stürmischen Meeres für malerischer als alles, was die römischen Dichter hervorgebracht haben. Freilich sagt er selbst: latini declamatores in Oceani descriptione non nimis viguerunt; nam aut tumide scripserunt aut curiose.

¶) Curt. in Alex. Magno VI. 16. (Vergl. Droysen, Gesch. Alexanders des Großen 1833 S. 265.) In dem nur zu rhetorischen Lucius Annäus Seneca (Quaest. Natur. lib. III c. 27—30 pag. 677—686 ed. Lips. 1741) findet sich die merkwürdige Beschreibung eines der verschiedenen Untergänge des einst zerstören, dann sündhaft gewordenen Menschengeschlechts durch eine fast allgemeine Wasserfluth: Cum fatalis dies diluvii venerit .... bis: peracto exitio generis humani exstinctisque pariter feris in quarum homines ingenia transierant .... Vergl. die Schilderung dauernder Erdrevolutionen im Bhagavata-Purana, Buch III. c. 17 (ed. Burnouf T. I. p. 441).

ein schönes Naturbild von einer waldigen Wildniß hinterlassen, die das macedonische Heer westlich von Hekatompylos in dem feuchten Mazenderan durchziehen mußte. Ich würde desselben hier ausführlicher erwähnen, wenn man mit einiger Sicherheit unterscheiden könnte, was ein Schriftsteller, dessen Zeitalter so ungewiß ist, aus seiner lebhaften Phantasie, was er aus historischen Quellen geschöpft hat.

Des großen encyclopädischen Werkes des älteren Plinius, dem an Reichthum des Inhalts kein anderes Werk des Alterthums gleich kommt, wird späterhin, in der Geschichte der Weltanschauung, gedacht werden. Es ist, wie der Neffe (der jüngere Plinius) sich schön ausdrückt, „mannigfach wie die Natur." Ein Erzeugniß des unwiderstehlichen Hanges zu allumfassendem, oft unfleißigem Sammeln, im Style ungleich, bald einfach und aufzählend, bald gedankenreich, lebendig und rhetorisch geschmückt, ist die Naturgeschichte des älteren Plinius, schon ihrer Form wegen, an individuellen Naturschilderungen arm; aber überall, wo die Anschauung auf ein großartiges Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, auf den wohlgeordneten Kosmos (Naturae majestas) gerichtet ist, kann eine wahre, aus dem Innern quellende Begeisterung nicht verkannt werden. Das Werk hat auf das ganze Mittelalter mächtig nachgewirkt.

Als Beweise des Naturgefühls bei den Römern würden wir gern auch die anmuthig gelegenen Villen auf dem Pincius, bei Tusculum und Tibur, am Vorgebirge Misenum, bei Puteoli und Bajä anführen, wenn sie nicht, wie die des Scaurus und Mäcenas, des Lucullus und des Hadrian, mit Prachtgebäuden überfüllt gewesen wären. Tempel, Theater, und Rennbahnen wechselten ab mit Vogelhäusern und Gebäuden, der Zucht von Schnecken und Haselmäusen bestimmt. Seinen, allerdings einfacheren Landsitz zu Liternum hatte der ältere Scipio festungsartig mit Thürmen umgeben. Der Name eines Freundes des Augustus (Matius) ist uns aufbewahrt, weil er, Zwang und Unnatur liebend, zuerst die Sitte des Beschneidens der Bäume aufbrachte, um sie nach architectonischen und plastischen Vorbildern kunstmäßig umzuformen. Die Briefe des jüngeren Plinius liefern uns anmuthige Beschreibungen zweier*) seiner zahlreichen Villen (Laurentinum und Tuscum). Wenn man auch in beiden der Baulichkeiten, von beschnittenem Buxus umgeben, mehr zusammengedrängt findet, als nach unserm Naturgefühl zu wünschen wäre; so beweisen doch diese Schilderungen, wie die Nachahmung des Thals von Tempe in der tiburtinischen Villa des Hadrian, daß, neben der Liebe zur Kunst, neben der ängstlichsten Sorgfalt für Behaglichkeit durch Stellung der Landhäuser nach Verhältniß zur Sonne und zu vorherrschenden Winden, auch Liebe zu freiem Genuß der Natur den römischen Stadtbewohnern nicht fremd war. Mit Freude setzen wir hinzu, daß dieser Genuß auf den Landgütern des Plinius durch den widrigen Anblick des Sklavenelendes minder gestört war. Der reiche Mann war nicht bloß einer der gelehrtesten seiner Zeit, er hatte auch, was im Alterthum wenigstens selten ausgedrückt ist, rein menschliche Gefühle des Mitleids für die unfreien unteren Volksclassen. Auf den Villen des jü[illegible] Plinius gab es keine Fesseln, der Sklave als Landbauer vererbte frei, was er sich [illegible]).

Von dem ewigen Schnee [illegible] wenn sie sich am Abend oder am frühen Morgen röthen, von der Schönheit [illegible] Gletschereises, von der großartigen Natur der

*) Plin. Epist. II. 17; V. 6; I[illegible] ...ue ποιεῖτε! quam multa invenitis, quam multa nat. XII, 6; Hirt, Gesch. der Bau[illegible] ...tis!" (I. 9.) Hirt hatte die Ueberzeugung, daß, ten Bd. II. S. 241, 291 und 376. D[illegible] in Italien, im 15ten und 16ten Jahrhundert, die tina des jüngeren Plinius lag bei der [illegible] geregelte Gartenkunst aufkam, welche man lange Paterno im Kü[illegible] Palombara [illegible] ...ische genannt und der freien Landschaft- s. Viaggio d[illegible] di Plinio [illegible] der Engl[illegible] entgegengestellt hat, die Ursach Lo Laurent[illegible] ...ourt 18[illegible] langweilig geregelten Anla- Ausbruch e[illegible] ...fühls enthal[illegible] nachzuahmen, was der gen Zeilen, [illegible] Laurenti[illegible] beschrieben hatte (Ge- Minutius F[illegible] ...secum [illegible] Bd. II. S. 366). libellis loquo[illegible] ...umque vi[illegible] 16. otium honest.

schweizerischen Landschaft ist keine Schilderung aus dem Alterthum auf uns gekommen; und doch gingen ununterbrochen Staatsmänner, Heerführer, und in ihrem Gefolge Literaten durch Helvetien nach Gallien. Alle diese Reisenden wissen nur über die unfahrbaren, scheußlichen Wege zu klagen, das Romantische der Naturscenen beschäftigte sie nie. Es ist sogar bekannt, daß Julius Cäsar, als er zu seinen Legionen nach Gallien zurückkehrte, die Zeit benutzte, um „während des Ueberganges über die Alpen" eine grammatische Schrift de analogia anzufertigen*). Silius Italicus (er starb unter Trajan, wo die Schweiz schon sehr angebaut war) beschreibt die Alpengegend als eine schreckenerregende, vegetationslose Einöde†), während er mit Liebe alle Felsenschluchten Italiens und die buschigen Ufer des Liris (Garigliano) besingt‡). Auffallend ist dabei, daß der wundersame Anblick gegliederter Basaltsäulen, wie das mittlere Frankreich, die Rheinufer und die Lombardei sie in vielfältigen Gruppen darbieten, die Römer zu keiner Beschreibung, ja nicht einmal zu einer Erwähnung angeregt hat.

Während die Gefühle abstarben, welche das classische Alterthum belebten und den Geist auf Handlung und Aeußerung menschlicher Thatkraft, nicht auf Zustände und Beschauung der Außenwelt leiteten, gewann eine neue Sinnesart Raum. Es verbreitete sich allmälig das Christenthum; und wie dieses, selbst wo es als Staatsreligion auftrat, in der großen Angelegenheit der bürgerlichen Freiheit des Menschengeschlechts für die niederen Volksclassen wohlthätig wirkte, so erweiterte es auch den Blick in die freie Natur. Das Auge haftete nicht mehr an den Gestalten der olympischen Götter; der Schöpfer (so lehren es die Kirchenväter in ihrer kunstgerechten, oft dichterisch phantasiereichen Sprache) zeigt sich groß in der todten Natur wie in der lebendigen, im wilden Kampf der Elemente wie im stillen Treiben der organischen Entfaltung. Bei der allmäligen Auflösung der römischen Weltherrschaft verschwinden freilich nach und nach, in den Schriften jener traurigen Zeit, die schöpferische Kraft, die Einfachheit und Reinheit der Diction; sie verschwinden zuerst in den lateinischen Ländern, später auch in dem griechischen Osten. Hang zur Einsamkeit, zu trübem Nachdenken, zu innerer Versenkung des Gemüths wird sichtbar; sie wirkt gleichzeitig auf die Sprache und auf die Färbung des Styls.

Wenn sich auf einmal etwas neues in den Gefühlen der Menschen zu entwickeln scheint, so kann fast immer ein früher, tiefliegender Keim, wie vereinzelt, aufgespürt werden. Die Weichheit||) des Mimnermos hat man oft eine sentimentale Richtung des Gemüthes genannt. Die alte Welt ist nicht schroff von der neueren geschieden; aber Veränderungen in den religiösen Ahndungen der Menschheit, in den zartesten sittlichen Gefühlen, in der speciellen Lebensweise derer, welche Einfluß auf den Ideenkreis der Massen ausüben, machten plötzlich vorherrschend, was früher der Aufmerksamkeit entgehen mußte. Die christliche Richtung des Gemüths war die, aus der Weltordnung und aus der Schönheit der Natur die Größe und die Güte des Schöpfers zu beweisen. Eine solche Richtung, die Verherrlichung der Gottheit aus ihren Werken, veranlaßte den Hang nach Naturbeschreibungen. Die frühesten und ausführlichsten finden wir bei einem Zeitgenossen des Tertullianus und Philostratus, bei einem rhetorischen Sachwalter zu Rom, Minucius Felix, aus dem Anfang des dritten Jahrhunderts. Man folgt ihm gern im Dämmerlichte an den Strand bei Ostia, den er freilich malerischer und der Gesundheit zuträglicher schildert, als wir ihn jetzt finden. In dem religiösen Gespräch Octavius wird der neue Glaube gegen die Einwürfe eines heidnischen Freundes muthvoll vertheidigt¶).

---

*) Suet. in Julio Caesare cap. 56. Das verlorene Gedicht des Cäsar (Iter) beschrieb die Reise nach Spanien, als er zu seiner letzten Kriegsthat sein Heer, nach Sueton in 24, nach Strabo und Appian in 27 Tagen zu Lande von Rom nach Corduba führte, weil die Reste der in Afrika geschlagenen Pompejanischen Parthei sich in Spanien wieder gesammelt hatten.

†) Sil. Ital. Punica lib. III v. 477.

‡) A. a. O. lib. IV v. 348, lib. VIII v. 399.

||) S. über das elegische Gedicht Nicol. Bach in der allg. Schul-Zeitung 1829 Abth. II. No. 134 S. 1097.

¶) Minucii Felicis Octavius ex rec. Gron. (Roterod. 1743) cap. 2 und 3 (pag. 12—28), cap. 16—18 (pag. 151—171).

Auch des Basilius Homilien über das Hexaëmeron zeugen von seinem Naturgefühl. Er beschreibt die Milde der ewig heiteren Nächte in Kleinasien, wo, wie er sich ausdrückt, die Sterne, „die ewigen Blüthen des Himmels," den Geist des Menschen vom Sichtbaren zum Unsichtbaren erheben*). Wenn er in der Sage von der Weltschöpfung die „Schönheit des Meeres" preisen will, so beschreibt er den Anblick der grenzenlosen Fläche in ihren verschiedenen, wechselnden Zuständen: „wie sie, vom Hauch der Lüfte sanft bewegt, vielfarbig, bald weißes, bald blaues, bald röthliches Licht zurückwirft, wie sie die Küste liebkost in ihren friedlichen Spielen." Dieselbe sentimental-schwermüthige, der Natur zugewandte Stimmung finden wir bei Gregorius von Nyssa, dem Bruder des Großen Basilius. „Wenn ich," ruft er aus, „jeden Felsenrücken, jeden Thalgrund, jede Ebene mit neuentsprossenem Grase bedeckt sehe, dann den mannigfaltigen Schmuck der Bäume, und zu meinen Füßen die Lilien, doppelt von der Natur ausgestattet mit Wohlgeruch und mit Farbenreiz; wenn ich in der Ferne sehe das Meer, zu dem hin die wandelnde Wolke führt: so wird mein Gemüth von Schwermuth ergriffen, die nicht ohne Wonne ist. Verschwinden dann im Herbste die Früchte, fallen die Blätter, starren die Aeste des Baumes ihres Schmuckes beraubt; so versenken wir uns (bei dem ewig und regelmäßig wiederkehrenden Wechsel) in den Einklang der Wunderkräfte der Natur. Wer diese mit dem sinnigen Auge der Seele durchschaut, fühlt des Menschen Kleinheit bei der Größe des Weltalls†)."

Leitete eine solche Verherrlichung Gottes in liebevoller Anschauung der Natur die christlichen Griechen zu dichterischen Naturschilderungen, so waren sie dabei auch immer, in den früheren Zeiten des neuen Glaubens, nach der Eigenthümlichkeit ihrer Sinnesart, voll Verachtung aller Werke der menschlichen Kunst. Chrysostomus sagt in unzähligen Stellen: „Siehst du schimmernde Gebäude, will dich der Anblick der Säulengänge verführen, so betrachte schnell das Himmelsgewölbe und die freien Felder, in welchen die Heerden am Ufer der Seen weiden. Wer verachtet nicht alle Schöpfungen der Kunst, wenn er in der Stille des Herzens früh die aufgehende Sonne bewundert, indem sie ihr goldenes (krokosgelbes) Licht über den Erdkreis gießt; wenn er, an einer Quelle im tiefen Grase oder unter dem dunkeln Schatten dichtbelaubter Bäume ruhend, sein Auge weidet an der weiten dämmernd hinschwindenden Ferne?‡)" Antiochien war damals von Einsiedeleien umgeben, und in einer derselben lebte Chrysostomus. Es war als hätte die Beredsamkeit am Quell der Natur, in den damals waldigen Berggegenden von Syrien und Kleinasien ihr Element, die Freiheit, wiedergefunden.

Als aber in den späteren, aller Geistescultur feindlichen Zeiten das Christenthum sich unter germanische und celtische Volksstämme verbreitete, die vormals, dem Naturdienst ergeben, in rohen Symbolen die erhaltenden und zerstörenden Mächte verehrten, wurden allmälig der nahe Umgang mit der Natur und das Aufspüren ihrer Kräfte, als zur Zauberei anregend, verdächtigt. Dieser Umgang schien eben so gefahrbringend, wie dem Tertullian, dem Clemens von Alexandrien und fast allen älteren Kirchenvätern die Pflege der

*) Basilii Homil. in Hexaem. VI, 1 und IV, 6 (Bas. Opp. omnia ed. Jul. Garnier 1839 T. I. p. 54 und 70.) Vergl. damit den Ausdruck der tiefsten Schwermuth in dem schönen Gedichte des Gregorius von Nazianz unter der Ueberschrift: „von der Natur des Menschen" (Gregor. Naz. Opp. omnia ed. Par. 1611 T. II. Carm. XIII p. 85).

†) Die im Texte citirte Stelle des Gregorius von Nyssa ist aus einzelnen hier wörtlich übersetzten Fragmenten zusammengetragen. Es finden sich dieselben in S. Gregorii Nysseni Opp. ed. Par. 1615 T. I. p. 49 C, p. 589 D, p. 210 C, p. 780 C; T. II. p. 860 B, p. 619 B, p. 619 D, p. 324 D. „Sei milde gegen die Regungen der Schwermuth," sagt Thalassius in Denksprüchen, welche von seinen Zeitgenossen bewundert wurden (Biblioth. Patrum ed. Par. 1624 T. II. 180 C).

‡) S. Joannis Chrysostomi Opp. omnia Par. 1838 (8°) T. IX. p. 687 A, T. II. p. 821 A und 851 E, T. I. p. 79. Vergl. auch Joannis Philoponi in cap. 1 Geneseos de creatione Mundi libri septem. Viennae Austr. 1630 p. 192, 236 und 272; wie auch Georgii Pisidae Mundi opificium ed. 1596 v. 367—375, 560, 933 und 1248. Die Werke des Basilius und des Gregorius von Nazianz hatten schon früh, seitdem ich anfing, Naturschilderungen zu sammeln, meine Aufmerksamkeit gefesselt: aber alle angeführten trefflichen Uebersetzungen von Gregorius von Nyssa, Chrysostomus und Thalassius verdanke ich meinem vieljährigen, mir immer so hülfreichen Collegen und Freunde Herrn Hase, Mitglied des Instituts und Conservator der Königl Bibliothek zu Paris.

plastischen Künste. In dem zwölften und dreizehnten Jahrhunderte untersagten Kirchenversammlungen zu Tours (1163) und zu Paris (1209) den Mönchen das sündhafte Lesen physikalischer Schriften*). Erst durch Albert den Großen und Roger Bacon wurden die Geistesfesseln muthvoll gebrochen, die „Natur entsündigt" und in ihre alten Rechte eingesetzt.

Wir haben bisher die Contraste geschildert, die bei Griechen und Römern, in zwei so nahe mit einander verwandten Literaturen, sich nach Verschiedenheit der Zeitepochen offenbarten. Aber nicht die Zeit allein, d. h. die Weltbegebenheiten, welche Regierungsform, Sitten und religiöse Anschauungen unaufhaltsam umwandeln, bringen diese Contraste in der Gefühlsweise hervor; noch auffallender sind die, welche die Stammverschiedenheit der Menschen und ihre geistigen Anlagen erzeugen. Wie ganz anders zeigen sich uns Lebendigkeit des Naturgefühls und dichterische Färbung der Naturschilderungen bei den Hellenen, den Germanen des Nordens, den semitischen Stämmen, den Persern und Indern! Es ist eine vielfach geäußerte Meinung, daß bei den nordischen Völkern die Freude an der Natur, eine alte Sehnsucht nach den anmuthigen Gefilden von Italien und Griechenland, nach der wundervollen Ueppigkeit der Tropen-Vegetation hauptsächlich einer langen winterlichen Entbehrung alles Naturgenusses zuzuschreiben sei. Wir läugnen nicht, daß die Sehnsucht nach dem Palmenklima abnimmt, je nachdem man sich dem mittäglichen Frankreich oder der iberischen Halbinsel nähert; aber der jetzt so allgemein gebrauchte, auch ethnologisch richtige Name indogermanischer Stämme sollte allein schon daran erinnern, daß man jenen Einflüssen des nordischen Winters nicht eine zu allgemeine Wirksamkeit zuschreiben müsse. Die überreiche dichterische Literatur der Inder lehrt, daß zwischen den Wendekreisen und denselben nahe, südlich von der Himalaya-Kette, immer grüne und immer blüthenreiche Wälder die Einbildungskraft der ost-arischen Völker von je her lebhaft anregten, daß diese Völker sich zur naturbeschreibenden Poesie mehr noch hingeneigt fühlten, als die im unwirthbaren Norden bis Island verbreiteten ächt germanischen Stämme. Eine Entbehrung oder wenigstens eine gewisse Unterbrechung des Naturgenusses ist aber auch den beglückteren Klimaten des südlichen Asiens eigen. Die Jahreszeiten sind schroff von einander geschieden, durch Wechsel von allbefruchtendem Regen und staubig verödender Dürre. In Persien (der west-arischen Hochebene) dringt die pflanzenleere Wüste mannigfach busenförmig in die gesegnetsten Fruchtländer ein. Waldung bildet oft in Mittel- und Vorderasien das Ufer der weitgedehnten inneren Steppenmeere. So gewähren dem Bewohner jener heißen Klimate die räumlichen Verhältnisse des Bodens in horizontaler Richtung denselben Contrast der Oede und des Pflanzenreichthums als in senkrechter Richtung die schneebedeckten Bergketten von Indien und Afghanistan. Großartige Contraste der Jahreszeiten, der Vegetation und der Höhe sind aber überall, wo eine lebendige Naturanschauung mit der ganzen Cultur und den religiösen Ahndungen eines Volksstammes verwebt ist, die anregenden Elemente dichterischer Phantasie.

Freude an der Natur, dem beschaulichen Hang der germanischen Nationen eigenthümlich, spricht sich in einem hohen Grade in den frühesten Gedichten des Mittelalters aus. Die ritterliche Poesie der Minnesänger in der hohenstaufischen Zeit giebt zahlreiche Beweise dafür. So mannigfaltige historische Berührungspunkte auch diese Poesie mit der romanischen der Provenzalen hat, so ist doch das ächt germanische Princip nie daran verkannt worden. Ein inniges, alles durchdringendes Naturgefühl leuchtet aus den germanischen

*) Ueber das Concilium Turonense unter Pabst Alexander III. s. Ziegelbauer, Hist. Rei litter. ordinis S. Benedicti T. II. p. 248 ed. 1754; über das Concilium zu Paris von 1209 und die Bulle Gregors IX vom Jahr 1231 s. Jourdain, Recherches crit. sur les traductions d'Aristote 1819 p. 204—206. Es war das Lesen der physikalischen Bücher des Aristoteles mit strengen Strafen belegt worden. In dem Concilium Lateranense von 1139 (Sacror. Concil. nova Collectio ed. Ven. 1776 T, XXI. p. 528) wurde den Mönchen bloß die Ausübung der Medicin untersagt. Vergl. die gelehrte und anmuthige Schrift des jungen Wolfgang von Goethe: der Mensch und die elementarische Natur 1844 S. 10.

Sitten und allen Einrichtungen des Lebens, ja aus dem Hange zur Freiheit hervor*). Viel in höfischen Kreisen lebend, ja oft aus ihnen entsprossen, blieben die wandernden Minnesänger mit der Natur in beständigem Verkehr. Es erhielt sich frisch in ihnen eine idyllische, oft elegische Gemüthsstimmung. Um das zu würdigen, was eine solche Stimmung hervorgebracht, wende ich mich zu den Forschungen der tiefsten Kenner unseres deutschen Mittelalters, zu meinen edeln Freunden Jacob und Wilhelm Grimm. „Die vaterländischen Dichter jener Epoche," sagt der Letztere, „haben sich nirgends einer abgesonderten Naturschilderung hingegeben, einer solchen, die kein anderes Ziel hat, als den Eindruck der Landschaft auf das Gemüth mit glänzenden Farben darzustellen. Der Sinn für die Natur fehlte den altdeutschen Meistern gewiß nicht; aber sie hinterließen uns keine andre Aeußerung dieses Sinnes als die, welche der Zusammenhang mit geschichtlichen Vorfällen oder mit den Empfindungen erlaubte, die in lyrische Gedichte ausströmten. Um mit dem Volksepos, den ältesten und werthvollsten Denkmälern, zu beginnen, so findet sich weder in den Nibelungen noch in der Gudrun†) die Schilderung einer Naturscene, selbst da, wo dazu Veranlassung war. Bei der sonst umständlichen Beschreibung der Jagd, auf welcher Siegfried ermordet wird, geschieht nur Erwähnung der blumenreichen Heide und des kühlen Brunnens unter der Linde. In der Gudrun, die eine gewisse feinere Ausbildung zeigt, bricht der Sinn für die Natur etwas mehr durch. Als die Königstochter mit ihren Gefährten, zu niedrigem Sklavendienst gezwungen, die Gewänder ihrer grausamen Gebieter an das Ufer des Meeres trägt, wird die Zeit bezeichnet, wo der Winter sich eben gelöst und der Wettgesang der Vögel beginnt. Noch fallen Schnee und Regen herab, und das Haar der Jungfrauen wird vom rauhen Märzwinde gepeitscht. Als Gudrun, ihre Befreier erwartend, das Lager verläßt und nun das Meer beim Aufgang des Morgensterns zu schimmern beginnt, unterscheidet sie die dunkeln Helme und die Schilde der Freunde. Es sind wenige Worte, welche dies andeuten, aber sie geben ein anschauliches Bild, bestimmt die Spannung vor einem wichtigen geschichtlichen Ereigniß zu vermehren. Nicht anders macht es Homer, wenn er die Cyclopen-Insel schildert und die geordneten Gärten des Alcinous: er will anschaulich machen die üppige Fülle der Wildniß, in der die riesigen Ungeheuer leben, und den prächtigen Wohnsitz eines mächtigen Königs. Beide Dichter gehen nicht darauf aus eine für sich bestehende Naturschilderung zu entwerfen."

„Dem schlichten Volksepos stehen die inhaltreichen Erzählungen der ritterlichen Dichter des dreizehnten Jahrhunderts entgegen, die eine bewußte Kunst übten und unter welchen sich Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Strasburg‡) im Beginn des Jahrhunderts so sehr hervorheben, daß man sie die großen und classischen nennen kann. Aus ihren umfangreichen Werken würde man Beweise genug von tiefem Gefühl für die Natur, wie es zumal in Gleichnissen ausbricht, sammeln können; aber der Gedanke an unabhängige Naturschilderungen war auch ihnen fremd. Sie hemmten nicht den Fortschritt der Handlung, um bei der Betrachtung des ruhigen Lebens der Natur stille zu stehn. Wie verschieden davon sind die neueren dichterischen Compositionen! Bernardin de St. Pierre braucht die Ereignisse nur als Rahmen für sein Gemälde. Die lyrischen Dichter des dreizehnten Jahrhunderts, zumal wenn sie die Minne besingen (was sie nicht immer thun), reden oft genug von dem milden Mai, dem Gesang der Nachtigall, dem Thau, welcher an den Blüthen der Heide glänzt: aber immer nur in Beziehung der Gefühle, die

---

*) Fried. Schlegel über nordische Dichtkunst in seinen sämmtlichen Werken Bd. X. S. 71 und 90. Aus der sehr frühen Zeit Carls des Großen ist noch die dichterische Schilderung des waldigen, wieseneinschließenden Thiergartens bei Aachen anzuführen in dem Leben des großen Kaisers von Angilbertus, Abt von St. Riquier (s. Pertz, Monum. Vol. II. pag. 393—403).

†) S. die Vergleichung beider Epen, der Nibelungen (die Rache der Chriemhild schildernd) der Gemahlin des hörnernen Siegfried) und der Gudrun (der Tochter Königs Hetel), in Gervinus Gesch. der deutschen Lit. Bd. I. S. 354—381.

‡) Ueber die romantische Schilderung der Höhle der Liebenden im Tristan des Gottfried von Strasburg s. Gervinus a. a. O. Bd. I. S. 450.

sich darin abspiegeln sollen. Um traurende Stimmungen zu bezeichnen, wird der falben Blätter, der verstummenden Vögel, der in Schnee vergrabenen Saaten gedacht. Dieselben Gedanken, freilich schön und sehr verschiedenartig ausgedrückt, kehren unablässig wieder. Der seelenvolle Walther von der Vogelweide und der tiefsinnige Wolfram von Eschenbach, von dem wir leider nur wenige lyrische Gesänge besitzen, sind hier als glänzende Beispiele aufzuführen."

„Die Frage, ob der Contact mit dem südlichen Italien oder durch die Kreuzzüge mit Kleinasien, Syrien und Palästina die deutsche Dichtkunst nicht mit neuen Naturbildern bereichert habe, kann im allgemeinen nur verneint werden. Man bemerkt nicht, daß die Bekanntschaft mit dem Orient dem Minnegesang eine andere Richtung gegeben habe. Die Kreuzfahrer kamen wenig in nahe Verbindung mit den Sarazenen; ja sie lebten selbst mit anderen Völkern, die für dieselbe Sache kämpften, in großer Spannung. Einer der ältesten lyrischen Dichter war Friedrich von Hausen. Er kam in dem Heere Barbarossa's um. Seine Lieder enthalten vielfache Beziehungen auf die Kreuzfahrt, aber sie drücken nur religiöse Ansichten aus oder den Schmerz sich von der Geliebten getrennt zu sehen. Von dem Lande fand er, und alle die an den Kreuzzügen Theil nahmen, wie Reinmar der Alte, Rubin, Neidhart und Ulrich von Lichtenstein, nicht Veranlassung etwas zu sagen. Reinmar kam als Pilgrim nach Syrien, wie es scheint, im Gefolge Herzogs Leopold VI. von Oestreich. Er klagt, daß die Gedanken an die Heimath ihn nicht loslassen, und ihn von Gott abziehen. Die Dattelpalme wird hier einige Male genannt, wo der Palmenzweige gedacht ist, welche fromme Pilger auf der Schulter tragen sollen. Ich erinnere mich auch nicht, daß die herrliche Natur Italiens die Phantasie der Minnesänger angeregt habe, welche die Alpen überstiegen. Walther von der Vogelweide, der weit umhergezogen, hatte nur den Po gesehen; aber Freidank *) war in Rom. Er bemerkt bloß, daß in den Pallästen derer, welche sonst dort herrschten, Gras wachse."

Das deutsche **Thierepos**, welches nicht mit der **Thierfabel** des Orients verwechselt werden darf, ist aus einem Zusammenleben mit der Thierwelt entstanden, ohne die Absicht zu haben diese darzustellen. Das Thierepos, welches Jacob Grimm in der Einleitung zu seiner Ausgabe des **Reinhart Fuchs** so meisterhaft behandelt, bezeugt eine innige Freude an der Natur. Die nicht an den Boden gefesselten, mit Stimme begabten, leidenschaftlich aufgeregten Thiere contrastiren mit dem Stillleben der schweigsamen Pflanzen. Sie sind ein immerdar thätiges die Landschaft belebendes Princip. „Die alte Poesie betrachtet das Naturleben gern mit menschlichem Auge, sie leiht den Thieren und bisweilen selbst den Pflanzen Sinn und Empfindungen des Menschen, indem sie phantasiereich und kindlich alles Wahrgenommene in Gestalt und Trieben zu deuten weiß. Kräuter und Blumen sind von Göttern und Helden gepflückt und gebraucht worden, sie führen dann nach ihnen den Namen. Man fühlt, daß wie ein alter Waldgeruch uns aus dem deutschen Thiergedicht anwehe." †)

An die Denkmäler germanischer Naturdichtung hätte man vormals geneigt sein können Reste celtisch-irischer Dichtung anzuschließen, die ein halbes Jahrhundert lang unter dem Namen Ossians wie Nebelgestalten von Volk zu Volk gewandelt sind; aber der Zauber ist verschwunden, seitdem des talentvollen Macpherson's literarisches Benehmen durch die

---

*) **Vridanke's Bescheidenheit** von **Wilhelm Grimm** 1834 S. L und CXXVIII. Das ganze Urtheil über das deutsche Volksepos und über den Minnegesang (im Text von S. 206 bis S. 208) habe ich einem Briefe von **Wilhelm Grimm** an mich (Oct. 1845) entlehnt. Aus einem sehr alten angelsächsischen Gedichte über die Namen der Runen, welches Hickes zuerst bekannt ge[illegible] und das eine gewisse Verwandtschaft mit edbis[illegible] hat, schalte ich hier noch eine recht cha[illegible]ralte[illegible]bung der Birke ein: „**Beorc** ist in Aesten schön; an den Spitzen rauscht sie lieblich bewachsen mit Blättern, von den Lüften bewegt." Einfach und edel ist die Begrüßung des Tages: „Tag ist des Herren Bote, theuer dem Menschen, herrliches Licht Gottes, Freude und Zuversicht Reichen und Armen, allen gedeihlich!" Vergl. **Wilhelm Grimm** über deutsche Runen 1821 S. 94, 225 und 234.

†) **Jacob Grimm** in **Reinhart Fuchs** 1834 S. CCXCIV. (Vergl. auch Christian **Lassen** in seiner indischen Alterthumskunde Bd. I. 1843 S. 296.)

Herausgabe des von ihm geschmiedeten galischen Urtextes (einer Rückübertragung des englischen Werkes) vollkommen aufgedeckt worden ist. Es giebt alt-irische Fingal-Lieder unter dem Namen der Finnianischen aufgezeichnet aus christlicher Zeit, vielleicht nicht einmal bis zu der des achten Jahrhunderts hinaufreichend; aber diese Volksgesänge enthalten wenig von den sentimentalen Naturschilderungen, welche den Macpherson'schen Gedichten einen besonderen Reiz geben *).

Wir haben schon oben bemerkt, daß, wenn sentimental-romantische Anregungen der Gefühle dem indogermanischen Menschenstamme des nördlichen Europa's in einem hohen Grade eigenthümlich sind, man diese Erscheinung nicht allein als Folge des Klima's, d. h. der durch lange Entbehrung gesteigerten Sehnsucht, betrachten darf. Wir haben erinnert, wie die indische und persische Literatur, unter der Gluth des südlichen Himmels entwickelt, die reizendsten Schilderungen liefert sowohl der organischen als der todten elementarischen Natur, des Ueberganges der Dürre zum tropischen Regen, der Erscheinung des ersten Gewölkes im tiefen Blau der reinen Lüfte, wenn die langersehnten etesischen Winde in dem gefiederten Laube der Palmengipfel allmälig zu rauschen beginnen.

Es ist hier der Ort etwas tiefer in das Gebiet der indischen Naturschilderung einzudringen. „Denken wir uns," sagt Lassen in seiner vortrefflichen indischen Alterthumskunde †), „einen Theil des arischen Stammes aus seinem Ursitz, dem Nordwestlande, nach Indien eingewandert, so fand sich derselbe dort von einer ganz neuen, wundervoll reichen Natur umgeben. Die Milde des Klima's, die Fruchtbarkeit des Bodens, seine freigebige Fülle an herrlichen Gaben mußten dem neuen Leben eine heitere Farbe mittheilen. Bei den ursprünglichen herrlichen Anlagen des arischen Volkes, bei dem Besitze einer höheren Ausstattung des Geistes, in der alles Erhabene und Große, das von den Indern ausgeführt ist, wie in einem Keime wurzelt, erzeugte früh die Anschauung der Außenwelt ein tiefes Nachdenken über die Kräfte der Natur: ein Nachdenken, welches die Grundlage der contemplativen Richtung ist, die wir innigst mit der ältesten Poesie der Inder verwebt finden. Ein so allbeherrschender Eindruck, welchen die Natur auf das Bewußtsein des Volkes gemacht, bethätigt sich am deutlichsten in seiner religiösen Grundansicht, in der Erkenntniß des Göttlichen in der Natur. Die sorgenlose Leichtigkeit des äußeren Daseins kam einer contemplativen Richtung fördernd entgegen. Wer konnte sich ungestörter und inniger der Betrachtung hingeben, nachsinnen über das irdische Leben, den Zustand des Menschen nach dem Tode, über das Wesen des Göttlichen, als die indischen Büßer, die waldbewohnenden Brahmanen ‡), deren alte Schulen eine der eigenthümlichsten Erscheinungen des indischen Lebens bilden und auf die geistige Entwickelung des ganzen Stammes einen wesentlichen Einfluß ausgeübt haben?"

Soll ich hier, wie ich, von meinem Bruder und anderen Sanskritkundigen geleitet, in meinen öffentlichen Vorlesungen gethan, einzeln an das erinnern, was ein lebendiges und häufig ausbrechendes Naturgefühl in die beschreibenden Theile der indischen Poesie eingewebt hat; so beginne ich mit den Veden, dem ersten und heiligsten Denkmale der Cultur

---

*) Die Unächtheit der Lieder Ossian's und des Macpherson'schen Ossian's insbesondere, von Talvj (1840), der geistreichen Uebersetzerin der serbischen Volkspoesien. Die erste Publication des Ossian von Macpherson ist von 1760. Die Finnianischen Lieder ertönen allerdings in den schottischen Hochlanden wie in Irland, aber sie sind nach O'Reilly und Drummond von Irland aus dahin übergetragen.

†) Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 412 –415.

‡) Ueber die indischen Waldeinsiedler, Vanaprasthen (sylvicolae) und Sramanen (ein Name, der in Sarmanen und Garmanen verstümmelt wurde) s. Lassen de nominibus quibus veteribus appellantur Indorum philosophi im Rhein. Museum für Philologie 1833 S. 178—180. Wilhelm Grimm findet eine indische Färbung in der Waldbeschreibung, die der Pfaffe Lambrecht vor 1200 Jahren in seinem Alexanderliede gibt, das zunächst nach einem französischen Vorbilde gedichtet ist. Der Held kommt in einen wunderbaren Wald, wo aus großen Blumen übernatürliche, mit allen Reizen ausgeschmückte Mädchen hervorwuchsen. Er verweilte so lange bei ihnen, bis Blumen und Mädchen wieder hinwelkten. (Vergl. Gervinus Bd. I. S. 282 und Maßmann, Denkmäler Bd. I. S. 16.) Das sind die Mädchen aus Edrisi's östlichster Zauberinsel Vacvac, die ein Ausfuhrartikel sind und in der lateinischen Uebertragung des Masudi Chotbbeddin puellae vasvakienses heißen. (Humboldt, Examen crit. de la Géographie T. I. p. 53.)

ost-arischer Völker. Ihr Hauptgegenstand ist die Verehrung der Natur. Reizende Schilderungen der Morgenröthe und des Anblicks der „goldhändigen" Sonne enthalten die Hymnen des Rigveda. Die großen Heldengedichte Ramayana und Mahabharata sind jünger als die Veden, älter als die Puranen. In den epischen Schöpfungen ist ihrem Wesen nach die Verherrlichung der Natur an die Sage geknüpft. Wenn in den Veden sich selten örtlich die Scene angeben läßt, welche die heiligen Weisen begeisterte, so sind dagegen in den Heldengedichten die Naturschilderungen meist individuell und an bestimmte Localitäten gebunden, daher, was hauptsächlich Leben giebt, aus selbstempfangenen Eindrücken geschöpft. Von reicher Färbung ist die Reise Rama's von Ayodhya nach der Residenzstadt Dschanaka's, sein Leben im Urwalde, das Bild von dem Einsiedlerleben der Panduiden.

Der Name Kalidasa's ist vielfach und früh unter den westlichen Völkern gefeiert worden. Der große Dichter glänzte an dem hochgebildeten Hofe des Vikramaditya, also gleichzeitig mit Virgil und Horaz. Die englischen und deutschen Uebersetzungen der Sakuntala haben die Bewunderung angeregt, welche dem Kalidasa in so reichem Maaße gezollt worden ist*). Zartheit der Empfindungen und Reichthum schöpferischer Phantasie weisen ihm seinen hohen Rang unter den Dichtern aller Nationen an. Den Reiz seiner Naturschilderungen bezeugen das liebliche Drama Vikrama und Urvasi, wo der König im Dickicht der Wälder umherirrt, um die Nymphe Urvasi zu suchen, das Gedicht der Jahreszeiten und der Wolkenbote (Meghaduta). Mit bewundernswürdiger Naturwahrheit ist in diesem die Freude geschildert, mit welcher nach langer tropischer Dürre die erste Erscheinung eines aufsteigenden Gewölkes als Anzeige der nahen Regenzeit begrüßt wird. Der Ausdruck Naturwahrheit, dessen ich mich eben bedient habe, kann allein die Kühnheit rechtfertigen neben dem indischen Wolkenboten an ein Naturbild von dem Eintritt der Regenzeit zu erinnern†), das ich in Südamerika zu einer Epoche entworfen, wo Kalidasa's Meghaduta mir auch nicht einmal aus Chézy's Übersetzung bekannt sein konnte. Die geheimnißvollen meteorologischen Processe, welche im Luftkreise vorgehen, in Dunstbildung, Wolkengestalt und leuchtenden electrischen Erscheinungen, sind zwischen den Wendekreisen dieselbe in beiden Continenten; und die idealisirende Kunst, deren Beruf es ist die Wirklichkeit zu einem Bilde zu erheben, würde nicht von ihrem Zauber verlieren, wenn es dem zergliedernden Beobachtungsgeiste späterer Jahrhunderte glückte die Naturwahrheit einer alten, nur beschauenden Dichtung zu bekräftigen.

Von den Ost-Ariern, den brahmanischen Indern, und der entschiedenen Richtung ihres Sinnes auf die malerische Schönheit der Natur‡) gehen wir zu den West-Ariern, den

*) Kalidasa, am Hofe des Vikramaditya, lebte ungefähr 56 Jahr vor unsrer Zeitrechnung. Das Alter der beiden großen Heldengedichte, des Ramayana und Mahabharata, reicht sehr wahrscheinlich weit über die Erscheinung Buddha's, d. i. weit über die Mitte des sechsten Jahrhunderts vor Chr., hinauf (Burnouf, Bhagavata-Purana T. I. p. CXI und CXVIII; Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 356 und 492). Georg Forster hat durch die Uebersetzung der Sakuntala, d. i. durch [illegible]schmackvolle Verdeutschung einer englischen Ueb[illegible] von William Jones (1791), viel zu dem [illegible]getragen, welcher damals zuerst für in[illegible] unserm Vaterlande ausbrach. Ich [illegible] schöne Distichen Goethe's, die [illegible]

Willst du die B[illegible] des späteren Jahres,
Willst du, w[illegible]zu, was sättigt und [illegible]

Willst du den [illegible] begreifen;
Nenn' ich, Sak[illegible]

Die neueste deuts[illegible] Drama's nach den wichtigen [illegible] Ur[illegible]ten, ist die von [illegible]

†) Humboldt über Steppen und Wüsten in den Ansichten der Natur, 2te Ausg. 1826 Bd. I. S. 33—37.

‡) Um das Wenige zu vervollständigen, was in dem Texte der indischen Literatur entlehnt ist, und um (wie früher bei der griechischen und römischen Literatur geschehen ist) die Quellen einzeln angeben zu können, schalte ich hier, nach den freundlichen handschriftlichen Mittheilungen eines ausgezeichneten und philosophischen Kenners der indischen Dichtungen, Herrn Theodor Goldstücker, allgemeinere Betrachtungen über das indische Naturgefühl ein:

„Unter allen Einflüssen, welche die geistige Entwickelung des indischen Volkes erfahren, scheint mir derjenige der erste und wichtigste, welchen die reiche Natur des Landes auf das Volk ausgeübt hat. Das tiefste Naturgefühl ist zu allen Zeiten der Grundzug des indischen Geistes gewesen. Drei Epochen lassen sich mit Bezug auf die Weise angeben, in welcher sich dieses Naturgefühl offenbart hat. Jede derselben hat ihren bestimmten, im Leben und in der Tendenz des Volkes tief begründeten Charakter. Daher können wenige Beispiele hinreichen, um die fast dreitausendjährige Thätigkeit der indi-

Persern, über, welche sich im nördlicheren Zendlande getrennt hatten und ursprünglich einer geistigen Verehrung der Natur neben der dualistischen Anschauung von Ahriman und Ormuzd zugethan waren. Was wir persische Literatur nennen, steigt nur in die Zeit der Sassaniden hinauf; die ältesten Denkmale der Dichtung sind untergegangen. Erst nachdem das Land von den Arabern unterjocht und sich selbst entfremdet war, erhielt es

---

schen Phantasie zu bezeichnen. Die erste Epoche des Ausdrucks eines regen Naturgefühls offenbaren die Vedas. Aus dem Rigveda führen wir an die einfach erhabenen Schilderungen der Morgenröthe (Rigveda-Sanhitâ ed. Rosen 1838 hymn. XLVI p. 88, hymn. XLVIII p. 92, hymn XCII p. 184, hymn. CXIII p. 233; vergl. auch Höfer, ind. Gedichte 1841 Lese 1. S. 3) und der „goldhändigen" Sonne (s. a. a. O. hymn. XXII p. 31, hymn. XXXV p. 65). Die Verehrung der Natur war hier, wie bei anderen Völkern, der Beginn des Glaubens; sie hat aber in den Vedas die besondere Bestimmtheit, daß der Mensch sie stets in ihrem tiefsten Zusammenhange mit seinem eigenen äußern und inneren Leben auffaßt. — Sehr verschieden ist die zweite Epoche. In ihr wird eine populäre Mythologie geschaffen; sie hat den Zweck, die Sagen der Vedas für das der Urzeit schon entfremdete Bewußtsein faßlicher auszubilden und mit historischen Ereignissen, die in das Reich der Mythe erhoben werden, zu verweben. Es fallen in diese zweite Epoche die beiden großen Heldengedichte Ramayana und Mahabharata, von denen das letztere, jüngere noch den Nebenzweck hat, die Brahmanencaste unter den vieren, welche die Verfassung des alten Indiens constituiren, zu der einflußreichsten zu machen. Darum ist das Ramayana auch schöner, an Naturgefühl reicher; es ist auf dem Boden der Poesie geblieben, und nicht genöthigt gewesen, Elemente, die diesem fremd, ja fast widersprechend sind, aufzunehmen. In beiden Dichtungen ist die Natur nicht mehr, wie in den Vedas, das ganze Gemälde, sondern nur ein Theil desselben. Zwei Punkte unterscheiden die Auffassung der Natur in dieser Epoche der Heldengedichte wesentlich von derjenigen, welche die Vedas darthun; des Abstandes in der Form nicht zu gedenken, welcher die Sprache der Verehrung von der Sprache der Erzählung trennt. Der eine Punkt ist die Localisirung der Naturschilderung (z. B. im Ramayana nach Wilhelm von Schlegel das erste Buch oder Balakanda und das zweite Buch oder Ayodhyakanda; s. auch über den Unterschied der genannten beiden großen Epen Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 482); der andere Punkt, mit dem ersten nahe verbunden, betrifft den Inhalt, um den sich das Naturgefühl bereichert hat. Die Sage und zumal die historische, brachte es mit sich, daß Beschreibung bestimmter Oertlichkeiten an die Stelle allgemeiner Naturschilderung trat. Die Schöpfer der großen epischen Dichterformen, sei es Valmiki, der die Thaten Rama's besingt, seien es die Verfasser des Mahabharata, welche die Tradition unter dem Gesammtnamen Vyasa zusammenfaßt, alle zeigen sich beim Erzählen wie vom Naturgefühl überwältigt. Die Reise Rama's von Ayodhya nach der Residenzstadt Dschanaka's, sein Leben im Walde, sein Aufbruch nach Lanka (Ceylon), wo der wilde Ravana, der Räuber seiner Gattin Sita, haust, bieten, wie das Einsiedlerleben der Panduiden, dem begeisterten Dichter Gelegenheit dar, dem ursprünglichen Triebe des indischen Gemüthes zu folgen und an die Erzählung der Heldenthaten Bilder einer reichen Natur zu knüpfen (Ramayana ed. Schlegel lib. I cap. 26 v. 13—15, lib. II cap. 56 v. 6—11; vergl. Nalus ed. Bopp 1832 Ges. XII v. 1—10). Ein anderer Punkt, in welchem sich in Hinsicht auf das Naturgefühl diese zweite Epoche von der der Vedas unterscheidet, betrifft den reicheren Inhalt der Poesie selbst. Dieser ist nicht mehr, wie dort, die Erscheinung der himmlischen Mächte; er umfaßt vielmehr die ganze Natur, den Himmelsraum und die Erde, die Welt der Pflanzen und Thiere in ihrer üppigen Fülle und in ihrem Einfluß auf das Gemüth des Menschen.— In der dritten Epoche der poetischen Literatur Indiens (wenn wir die Puranen ausnehmen, welche die Aufgabe haben, das religiöse Element im Geiste der Secten fortzubilden) übt die Natur die alleinige Herrschaft, aber der beschreibende Theil der Dichtkunst ist auf eine gelehrtere und örtliche Beobachtung gegründet. Um einige der großen Gedichte zu nennen, welche zu dieser Epoche gehören, erwähnen wir hier des Bhattikavya, d. i. des Gedichts von Bhatti, das gleich dem Ramayana die Thaten des Rama zum Gegenstande hat und in welchem erhabene Schilderungen des Waldlebens während einer Verbannung, des Meeres und seiner lieblichen Gestade, wie des Morgenanbruchs in Lanka auf einander folgen (Bhattikavya ed. Calc. P. I. Ges. VII p. 432, Ges. X p. 715, Ges. XI p. 814; vergl. auch Schütz, Prof. zu Bielefeld, fünf Gesänge des Bhatti-Kâvya 1837 S. 1—18); des Sisupalabadha von Magha mit einer anmuthigen Beschreibung der Tageszeiten; des Naischadatscharita von Sri Harscha, wo aber in der Geschichte des Nalus und der Damayanti der Ausdruck des Naturgefühls in das Maaßlose übergeht. Mit diesem Maaßlosen contrastirt die edle Einfachheit des Ramayana, wenn z. B. Visvamitra seinen Zögling an die Ufer des Sona führt (Sisupalabadha ed. Calc. p. 298 und 372, vergl. Schütz a. a. O. S. 25—28; Naischada-tscharita ed. Calc. P. I. v. 77—129; Ramayana ed. Schlegel lib. I cap. 35 v. 15—18). Kalidasa, der gefeierte Dichter der Sakuntala, ist Meister in der Darstellung des Einflusses, welchen die Natur auf das Gemüth der Liebenden ausübt. Die Waldscene, die er in dem Drama Vikrama und Urvasi geschaffen, gehört zu den schönsten dichterischen Erzeugnissen, welche je eine Zeit hervorgebracht (Vikramorvasi ed. Calc. 1830 p. 71; Uebersetzung in Wilson's select specimens of the Theatre of the Hindus Calc. 1827 Vol. II. p. 63). In dem Gedichte der Jahreszeiten, besonders der Regenzeit und des Frühlings (Ritusanhâra ed. Bohlen 1840 p. 11—18 und 37—45, Uebersetzung von Bohlen S. 80—88 und S. 107—114), wie in dem Wolkenboten (alles Schöpfungen des Kalidasa) ist der Einfluß der Natur auf die Gefühle des Menschen wieder der Hauptgegenstand der Composition. Der Wolkenbote (Meghadûta), den Wilson und Gildemeister edirt, auch Wilson und Chézy übersetzt haben, schildert die Trauer eines Verbannten auf dem Berge Ramagiri. In der Sehnsucht nach der Geliebten, von welcher er getrennt ist, bittet er eine vorüberziehende Wolke, sie möge Nachricht von seinem Schmerze geben. Er bezeichnet der Wolke den Weg, den sie nehmen soll, und schildert die Landschaft, wie sie sich in einem tief aufgeregten Gemüthe abspiegelt. Unter den Schätzen, welche die indische Poesie in dieser dritten Periode dem Naturgefühl des Volkes verdankt, gebührt dem Gitagovinda des Dschayadeva (Rückert in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. 1837 S. 129—173; Gitagovinda Jayadevae poetae indici drama lyricum ed. Chr. Lassen 1836) die rühmlichste Erwähnung. Wir besitzen von diesem Gedichte, einem der anmuthigsten und schwierigsten der ganzen Literatur, Rückert's meisterhafte rhythmische Uebersetzung: es giebt dieselbe mit bewundernswürdiger Treue den Geist des Originals und eine Naturauffassung wieder, deren Innigkeit alle Theile der großen Composition belebt."

wieder eine National-Literatur unter den Samaniden, Gaznewiden und Seldschuken. Der Flor der Poesie von Firdusi bis Hafiz und Dschami dauerte kaum vier- bis fünfhundert Jahre; er reicht fast nur bis zur Schifffahrt von Vasco de Gama. Wenn wir dem Naturgefühl bei Indern und Persern nachspüren, so dürfen wir nicht vergessen, daß beide Völker, nach dem Maaß ihrer Bildung betrachtet, gleichmäßig durch Zeit und Raum von einander getrennt erscheinen. Die persische Literatur gehört dem Mittelalter, die große indische im eigentlichsten Sinne dem Alterthume zu. Die Natur im iranischen Hochlande hat nicht die Ueppigkeit der Baum-Vegetation, die wundersame Mannigfaltigkeit von Gestalt und Farbe der Gewächse, welche den Boden von Hindustan schmücken. Die Vindhya-Kette, lange die Grenzscheide der ost-arischen Völker, fällt noch in die Tropenzone, während ganz Persien jenseits des Wendekreises liegt, ja die persische Dichtung theilweise sogar dem nördlichen Boden von Balkh und Fergana zugehört. Die von den persischen Dichtern gefeierten **vier Paradiese***) waren das anmuthige Thal von Sohd bei Samarkand, Maschanrud bei Hamadan, Scha'abi Bowan bei Kal'eh Sofid in Fars, und Ghute, die Ebene von Damascus. Beiden, Iran und Turan, fehlt indeß die Waldnatur und mit ihr das Einsiedlerleben des Waldes, welche beide so mächtig auf die Einbildungskraft der indischen Dichter gewirkt haben. Gärten, durch springende Wasser erfrischt, mit Rosengebüsch und Fruchtbäumen gefüllt, ersetzen nicht die wilden, großartigen Naturscenen von Hindustan. Kein Wunder daher, daß die beschreibende Poesie minder lebensfrisch, oft nüchtern und von gekünstelter Zierlichkeit ist. Wenn nach dem Sinne der Eingebornen das höchste Lob dem gezollt wird, was wir durch die Worte **Geist** und **Witz** bezeichnen, so muß die Bewunderung sich auf die Fruchtbarkeit der persischen Dichter, auf die unabsehbare Mannigfaltigkeit der Formen †) beschränken, unter welchen sie denselben Stoff zu behandeln wissen; Tiefe und Innigkeit der Gefühle werden vermißt.

Auch die Schilderung der Landschaft unterbricht nur selten die Erzählung in dem National-Epos oder geschichtlichen Heldenbuche des Firdusi. Besonders anmuthig und von localer Wahrheit, die Milde des Klima's und Kraft der Vegetation beschreibend, scheint mir das Lob des Küstenlandes Mazendera im Munde eines wandernden Sängers. Der König Kei Kawus wird durch dies Lob zu einem Zuge nach dem caspischen Meere und zu einer neuen Eroberung angereizt ‡). Die Frühlingsgedichte von Enweri, Dschelaleddin Rumi, Adhad und des halbindischen Feisi (der zweite gilt für den größten mystischen Dichter des Orients) athmen ein frisches Leben, da wo der kleinliche Drang nach spielenden Gleichnissen den Genuß nicht unbehaglich stört ||). Sadi im Bostan und Gulistan (Frucht- und Rosengarten), Hafiz, dessen fröhliche Lebensphilosophie man mit der des Horaz verglichen hat, bezeichnen, wie Joseph von Hammer in seinem großen Werke über die Geschichte der persischen Dichtung sich ausdrückt, der erste ein Zeitalter der Sittenlehre, der zweite als Minnesänger den höchsten Schwung der Lyrik; aber Schwulst und Ziererei verunstalten oft die Schilderung der Natur ¶). Der Lieblingsgegenstand der persischen Dichtung, „die Liebe der Nachtigall und der Rose," kehrt immer ermüdend wieder, und in den conventionellen Künsteleien der **Blumensprache** erstirbt im Morgenlande das innere Naturgefühl.

---

*) Journ. of the Royal. Geogr. Soc. of London Vol. X. 1841 p. 2—3; **Rückert**, Makamen Hariri's S. 261.

†) **Goethe** im Commentar zum west-östlichen Divan, in seinen Werken Bd. VI. 1828 S. 73, 78 und 111.

‡) S. le Livre des Rois publié par Jules Mohl T. I. 1838 p. 487.

||) Vergl. in Jos. **von Hammer**, Gesch. der schönen Redekünste Persiens 1818: S. 96 **Ewhadeddin Enweri** aus dem 12ten Jahrhundert, in dessen Gedichte an Schedschai man eine denkwürdige Anspielung auf die gegenseitige Attraction der Himmelskörper entdeckt hat; S. 183 **Dschelaleddin Rumi** den Mystiker; S. 259 **Dschelaleddin Adhad** und S. 403 **Feisi**, welcher als Vertheidiger der Brahma-Religion an Akbar's Hofe auftrat und in dessen Ghaselen eine indische Zartheit der Gefühle wehen soll.

¶) „Die Nacht bricht ein, wenn die Tintenflasche des Himmels umgestürzt ist;" dichtet geschmacklos Chodschah **Abdullah Wassaf**, der aber das Verdienst hat, die große Sternwarte von Meragha mit ihrem hohen Gnomon zuerst beschrieben zu haben. **Hilali** aus Asterabad läßt „die Mondscheibe vor Hitze glühen" und hält so den Thau für „den Schweiß des Mondes" (Jos. **von Hammer** S. 247 und 371).

Wenn wir von dem iranischen Hochlande durch Turan (im Zend Tûirja*) nordwärts in die Europa und Asien scheidende Uralkette übergehn, so gelangen wir zu dem Ursitze des finnischen Stammes; denn der Ural ist ein alt-finnisches, wie der Altai ein alt-türkisches Land. Bei den finnischen Stämmen nun, die sich weit in Westen auf europäischem Boden in der Niederung angesiedelt, hat aus dem Munde der Karelier und der Landleute von Olonez Elias Lönnrot eine große Zahl finnischer Lieder gesammelt, in denen nach dem Ausdruck von Jacob Grimm†) „ein reges sinniges Naturgefühl waltet, wie es fast nur in indischen Dichtungen angetroffen wird." Ein altes Epos von fast dreitausend Versen dreht sich um den Kampf zwischen Finnen und Lappen und um die Schicksale eines göttlichen Helden, der Vaino genannt wird. Es enthält das Epos eine anmuthvolle Beschreibung des finnischen Landlebens, besonders da, wo die Frau des Eisenschmiedts Ilmarinen ihre Heerden in die Wälder sendet und Gebete zum Schutze der Thiere spricht. Wenige Völkerstämme bieten in ihrer Geistesbildung und in der Richtung ihrer Gefühle, wie sie durch entartende Knechtschaft, oder kriegerische Wildheit, oder ausdauerndes Streben nach politischer Freiheit bestimmt worden ist, mannigfaltigere und wundersamere Abstufungen dar als der finnische Stamm in seinen sprachverwandten Unterabtheilungen. Wir erinnern an jene, jetzt so friedlichen Landleute, bei denen das Epos aufgefunden worden, an die lange mit Mongolen verwechselten weltstürmenden Hunnen, und an ein großes und edles Volk, die Magyaren.

Bei der Betrachtung dessen, was in der Lebendigkeit des Naturgefühls und der Form seiner Aeußerungen von der Verschiedenheit der Racen, von dem eigenthümlichen Einflusse der Gestaltung des Bodens, von der Staatsverfassung und der religiösen Stimmung abzuhangen scheint, bleibt uns übrig einen Blick auf die Völker Asiens zu werfen, welche mit den arischen oder indogermanischen Stämmen, den Indern und Persern, am meisten contrastiren. Die semitischen oder aramäischen Nationen zeigen uns in den ältesten und ehrwürdigsten Denkmälern ihrer dichterischen Gemüthsart und schaffenden Phantasie Beweise eines tiefen Naturgefühls. Der Ausdruck desselben offenbart sich großartig und belebend in Hirtensagen, in Tempel- und Chorgesängen, in dem Glanz der lyrischen Poesie unter David, in der Seher- und Prophetenschule, deren hohe Begeisterung, der Vergangenheit fast entfremdet, ahndungsvoll auf die Zukunft gerichtet ist.

Die hebräische Dichtungsweise bietet den Bewohnern des Abendlandes bei ihrer inneren, erhabnen Größe noch den besonderen Reiz, daß sie mit den localen Glaubens-Erinnerungen der Anhänger von drei weitverbreiteten Religionen, der mosaischen, christlichen und mohammedanischen, vielfach verwebt ist. Durch Missionen, welche der Handelsgeist und die Eroberungssucht schifffahrender Nationen begünstigen, sind geographische Namen und Naturschilderungen des Morgenlandes, wie sie die Schriften des alten Bundes uns aufbewahrt, tief in die Wälder der Neuen Welt und in die Inseln der Südsee eingedrungen.

Es ist ein charakteristisches Kennzeichen der Naturpoesie der Hebräer, daß, als Reflex des Monotheismus, sie stets das Ganze des Weltalls in seiner Einheit umfaßt, sowohl das Erdenleben als die leuchtenden Himmelsräume. Sie weilt seltener bei dem Einzelnen der Erscheinung, sondern erfreut sich der Anschauung großer Massen. Die Natur wird nicht geschildert als ein für sich Bestehendes, durch eigene Schönheit Verherrlichtes; dem hebräischen Sänger erscheint sie immer in Beziehung auf eine höher waltende geistige Macht. Die Natur ist ihm ein Geschaffenes Angeordnetes, der lebendige Ausdruck der Allgegenwart Gottes in den Werken der Sinnenwelt. Deshalb ist die lyrische Dichtung der Hebräer schon ihrem Inhalte nach großartig und von feierlichem Ernst, sie ist trübe

---

*) Tûirja oder Turan sind Benennungen unentdeckter Herleitung. Doch hat Burnouf (Yaçna T. I. p. 427—430) scharfsinnig an die bei Strabo (lib. XI. pag. 517 Cas.) genannte bactrische Satrapie Turiua oder Turiva erinnert. Du Theil und Groskurd (letzterer Th. II. S, 410) wollen aber Tapyria lesen.

†) Ueber ein finnisches Epos von Jacob Grimm 1845 S. 5.

und sehnsuchtsvoll, wenn sie die irdischen Zustände der Menschheit berührt. Bemerk werth ist auch noch, daß diese Poesie trotz ihrer Größe, selbst im Schwunge der höch durch den Zauber der Musik hervorgerufenen Begeisterung fast nie maaßlos wie die ind Dichtung wird. Der reinen Anschauung des Göttlichen hingegeben, sinnbildlich in Sprache, aber klar und einfach in dem Gedanken, gefällt sie sich in Gleichnissen, die rhythmisch, immer dieselben wiederkehren.

Als Naturbeschreibungen sind die Schriften des alten Bundes eine treue Abspiegel der Beschaffenheit des Landes, in welchem das Volk sich bewegte, der Abwechslung Oede, Fruchtbarkeit und libanotischer Waldbedeckung, die der Boden von Palästina bietet. Sie schildern die Verhältnisse des Klima's in geregelter Zeitfolge, die Sitten Hirtenvölker und deren angestammte Abneigung gegen den Feldbau. Die epischen historischen Darstellungen sind von naiver Einfachheit, fast noch schmuckloser als Hero naturwahr, wie, bei so geringer Umwandlung der Sitten und aller Verhältnisse des madenlebens, die neueren Reisenden einstimmig es bezeugen. Geschmückter aber und reiches Naturleben entfaltend ist die Lyrik der Hebräer. Man möchte sagen, daß in einzigen 104ten Psalm das Bild des ganzen Kosmos dargelegt ist: „Der Herr, mit umhüllet, hat den Himmel wie einen Teppich ausgespannt. Er hat den Erdball sich selbst gegründet, daß er in Ewigkeit nicht wanke. Die Gewässer quellen von Bergen herab in die Thäler, zu den Orten, die ihnen beschieden: daß sie nie überschre die ihnen gesetzten Grenzen, aber tränken alles Wild des Feldes. Der Lüfte Vögel sin unter dem Laube hervor. Saftvoll stehen des Ewigen Bäume, Libanons Cedern, die Herr selbst gepflanzt, daß sich das Federwild dort niste, und auf Tannen sein Gehäus Habicht baue." Es wird beschrieben, „das Weltmeer, in dem es wimmelt von L ohne Zahl. Da wandeln die Schiffe, und es regt sich das Ungeheuer, das Du schufest d zu scherzen." Es wird „die Saat der Felder, durch Menschenarbeit bestellt, der fröh Weinbau und die Pflege der Oelgärten" geschildert. Die Himmelskörper g diesem Naturbilde seine Vollendung. „Der Herr schuf den Mond die Zeiten einzuthe die Sonne, die das Ziel kennt ihrer Bahn. Es wird Nacht, da schwärmt Gewild um Nach Raube brüllen junge Löwen und verlangen Speise von Gott. Erscheint die So so heben sie sich davon und lagern sich in ihre Höhlen: dann geht der Mensch zu se Arbeit, zu seinem Tagewerk bis Abend." Man erstaunt, in einer lyrischen Dichtung so geringem Umfange, mit wenigen großen Zügen, das Universum, Himmel und Erde schildert zu sehen. Dem bewegten Elementarleben, der Natur ist hier des Menschen sti mühevolles Treiben vom Aufgang der Sonne bis zum Schluß des Tagewerks am Ab entgegengestellt. Dieser Contrast, diese Allgemeinheit der Auffassung in der Wechselwirk der Erscheinungen, dieser Rückblick auf die allgegenwärtige unsichtbare Macht, welche Erde verjüngern" oder in Staub zertrümmern kann, begründen das Feierliche einer min lebenswarmen und gemüthlichen als erhaben poetischen Dichtung.

Aehnliche Ansichten des Kosmos kehren mehrmals*) wieder (Psalm 65, 7—14 und 15—17), am vollendetsten vielleicht in dem 37sten Capitel des alten, wenn auch nicht mosaischen Buches Hiob. Die meteorologischen Processe, welche in der Wolkendecke vor hen, die Formbildung und Auflösung der Dünste bei verschiedener Windrichtung, ihr F benspiel, die Erzeugung des Hagels und des rollenden Donners werden mit individue Anschaulichkeit beschrieben; auch viele Fragen vorgelegt, die unsre heutige Physik in wis schaftlicheren Ausdrücken zu formuliren, aber nicht befriedigend zu lösen vermag. I

*) Ich bin in den Psalmen der trefflichen Uebertragung von Moses Mendelssohn (s. dessen gesammelte Schriften Bd. VI. S. 220, 238 und 280) gefolgt. Edle Nachklänge der alt-hebräischen Poesie finden sich noch im eilften Jahrhundert in den Hymnen des spanischen Synagogen-Dichters Salomo ben Jehudah Gabirol, die eine dichterische Umschreibung des pse aristotelischen Buches von der Welt darbieten. S. chael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in S nien 1845 S. 7, 217 und 229. Auch die dem Na leben entnommenen Züge in Mose ben Jakob Esra sind voll Kraft und Größe (S. 69 77 und 2

Buch Hiob wird allgemein für die vollendetste Dichtung gehalten, welche die hebräische Poesie hervorgebracht hat. Es ist so malerisch in der Darstellung einzelner Erscheinungen als kunstreich in der Anlage der ganzen didactischen Composition. In allen modernen Sprachen, in welchen das Buch Hiob übertragen worden ist, lassen seine Naturbilder des Orients einen tiefen Eindruck. „Der Herr wandelt auf des Meeres Höhen, auf dem Rücken der vom Sturm aufgethürmten Wellen. — Die Morgenröthe erfaßt der Erde Saumen und gestaltet mannigfach die Wolkenhülle, wie des Menschen Hand den bildsamen Thon.“ — Es werden die Sitten der Thiere geschildert, des Waldesels und der Rosse, des Büffels, des Nilpferds und der Crocodile, des Adlers und des Straußen. — Wir sehen „den reinen Aether in der Schwüle des Südwindes wie einen gegossenen Spiegel über die düsternde Wüste hingedehnt*).“ Wo die Natur kärglich ihre Gaben spendet, schärft sie den Sinn des Menschen, daß er auf jeden Wechsel im bewegten Luftkreise wie in den Wolkenschichten lauscht, daß er in der Einsamkeit der starren Wüste wie in der des wellenschlagenden Oceans jeden Wechsel der Erscheinungen bis zu seinen Vorboten nachspürt. Das Klima ist besonders in dem dürren und felsigen Theile von Palästina geeignet solche Beobachtungen anzuregen. Auch an Mannigfaltigkeit der Form fehlt es der dichterischen Literatur der Hebräer nicht. Während von Josua bis Samuel die Poesie eine kriegerische Begeisterung athmet, bietet das kleine Buch der ährenlesenden Ruth ein Naturgemälde dar von der naivesten Einfachheit und von unaussprechlichem Reize. Goethe †) in der Epoche seines Enthusiasmus für das Morgenland nennt es „das lieblichste, das uns episch und idyllisch überliefert worden ist.“

Selbst in den neueren Zeiten, in den ersten Denkmalen der Literatur der Araber, bemerkt man einen schwachen Abglanz der großartigen Naturanschauung, welche dem semitischen Stamme so früh eigenthümlich war. Ich erinnere an die malerische Schilderung des beduinischen Wüstenlebens, die der Grammatiker Asmai an den großen Namen Antars geknüpft und mit anderen vormohammedanischen Sagen ritterlicher Thaten zu einem großen Werke verschmolzen hat. Die Hauptperson dieser romantischen Novelle ist derselbe Antar aus dem Stamme Abs, Sohn des fürstlichen Häuptlings Scheddad und einer schwarzen Sklavin, dessen Verse unter den in der Kaaba aufgehangenen Preisgedichten (moallakât) bewahrt werden. Der gelehrte englische Uebersetzer Terrick Hamilton hat selbst schon auf die biblischen Anklänge des Styls im Antar aufmerksam gemacht‡). Den Sohn der Wüste läßt Asmai nach Constantinopel reisen, wodurch ein malerischer Gegensatz von griechischer Cultur und nomadischer Rohheit herbeigeführt wird. Daß in der frühesten arabischen Dichtung die Naturschilderung des Bodens nur einen sehr geringen Raum einnimmt, darf nach der Bemerkung eines berühmten Kenners dieses Zweiges der Literatur, meines Freundes Freytag zu Bonn, um so weniger Wunder nehmen, als die Hauptgegenstände der Dichtung Erzählungen von Waffenthaten, Lob der Gastfreundschaft und der Liebestreue sind, als fast kein einziger der Sänger aus dem glücklichen Arabien stammte. Eine traurige Einförmigkeit von Grasfluren und staubbedeckte Einöden konnten nur in eigenthümlichen selteneren Stimmungen das Naturgefühl beleben.

Wo dem Boden der Schmuck der Wälder fehlt, beschäftigen, wie wir bereits früher be-

*) Die Stellen aus dem Buche Hiob habe ich der Uebersetzung und Auslegung von Umbreit (1824) S. XXIX—XLII und 290—314 entlehnt. (Vergl. über das Ganze Gesenius Geschichte der hebr. Sprache und Schrift S. 33 und Jobi antiquissimi carminis hebr. natura atque virtutes ed. Ilgen p. 28.) Die längste und am meisten charakteristische Thierbeschreibung im Hiob (XL v. 25—XLI v. 26) ist die des Crocodils; und doch ist gerade in dieser (Umbreit S. XLI und 308) einer der Beweise enthalten, daß der Verfasser des Buchs Hiob aus Palästina selbst gebürtig war. Da Nilpferde und Crocodile ehemals im ganzen Nil-Delta gefunden wurden, so darf man sich nicht wundern, daß die Kenntniß von so seltsam gestalteten Thieren sich bis in das nahe Palästina verbreitet hatte.

†) Goethe im Commentar zum west-östlichen Divan S. 8.

‡) Antar, a bedoueen Romance, transl. from the arabic by Terrick Hamilton Vol. I. p. XXVI; Hammer in den Wiener Jahrbüchern der Literatur Bd. VI. 1819 S. 229; Rosenmüller in den Charakteren der vornehmsten Dichter aller Nationen Bd. V. (1798) S 251.

thälern von Vorderindien, durch den Anblick einer reich geschmückten exotischen Natur Eindrücke zurückließ, deren Lebendigkeit sich nach Jahrhunderten noch, in den Werken hoch begabter Schriftsteller, offenbart; so wirkte zum zweiten Male, und selbst in einem höheren Maaßstabe als die Kreuzzüge, auf die westlichen Völker die Entdeckung von Amerika. Die Tropenwelt mit der ganzen Ueppigkeit ihrer Vegetation in der Ebene, mit allen Abstufungen des Organismus am Abhange der Cordilleren, mit allen Anklängen nördlicher Klimate in den bewohnten Hochebenen von Mexico, Neu-Granada und Quito wurde nun zuerst den Europäern eröffnet. Die Phantasie, ohne deren Anregung kein wahrhaft großes Werk der Menschheit gedeihen kann, gab den Naturschilderungen von Columbus und Vespucci einen eigenthümlichen Reiz. Den letzteren charakterisirt in der Beschreibung der brasilischen Küste eine genaue Bekanntschaft mit den Dichtern alter und neuer Zeit; jenen in der Beschreibung des milden Himmels von Paria und der (wie er wähnt) dem östlichen Paradiese entströmenden Wassermenge des Orinoco eine ernste religiöse Stimmung. Bei zunehmendem Alter, beim Ankämpfen gegen ungerechte Verfolgung ging diese Stimmung in Trübsinn und schwärmerische Begeisterung über.

In den heroischen Zeiten der portugiesischen und castilianischen Volksstämme führte nicht Golddurst allein (wie man aus Unkunde des damaligen Volkslebens behauptet), sondern allgemeine Aufregung zu den Wagnissen ferner Reisen. Die Namen Haiti, Cubagua und Darien wirkten, im Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, auf die Einbildungskraft der Menschen wie in den neueren Zeiten die, seit Anson und Cook gefeierten Namen von Tinian und Otaheiti. Wenn damals die Kunde weit entlegener Länder die Jugend aus der spanischen Halbinsel, aus Flandern, Mailand und Süddeutschland unter die siegreichen Fahnen des großen Kaisers auf den Rücken der Andeskette oder in die heißen Fluren von Uraba und Coro lockte, so gewann unter dem milden Einflusse späterer Gesittung bei gleichmäßigerer Eröffnung aller Theile des Erdraums, jenes unruhige Sehnen nach der Ferne andere Motive und eine andere Richtung. Leidenschaftliche Liebe zum Naturstudium, welche hauptsächlich vom Norden ausging, entflammte die Gemüther. Intellectuelle Größe der Ansichten wurde der materiellen Erweiterung des Wissens beigesellt, und die dichterisch sentimentale Stimmung des Zeitalters individualisirte sich, seit dem Ende des verflossenen Jahrhunderts, in literarischen Werken, deren Formen der Vorzeit unbekannt waren.

Werfen wir noch einmal den Blick zurück in die Zeit der großen Entdeckungen, welche jene moderne Stimmung vorbereiteten, so müssen wir vor allem der Naturschilderungen gedenken, die wir von Columbus selbst besitzen. Erst seit kurzem kennen wir sein eigenes Schiffsjournal, seine Briefe an den Schatzmeister Sanchez, an die Amme des Infanten Don Juan, Frau Juana de la Torre, und an die Königin Isabella. Ich habe schon an einem anderen Orte, in den kritischen Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des 15ten und 16ten Jahrhunderts*), zu zeigen gesucht, mit welchem tiefen Naturgefühl der große Entdecker begabt war, wie er das Erdenleben und den neuen Himmel, die sich seinem Blicke offenbarten (viage nuevo al nuevo cielo mundo que fasta entonces estaba en occulto), mit einer Schönheit und Einfachheit des Ausdrucks beschrieb, die nur diejenigen ganz zu schätzen vermögen, welche mit der alten Kraft der Sprache jener Zeit vertraut sind.

Die physiognomische Gestaltung der Pflanzen, das undurchdringliche Dickicht der Wälder „in denen man kaum unterscheiden kann, welche Blüthen und Blätter jedem Stamme zugehören," die wilde Ueppigkeit des krautbedeckten Bodens der feuchten Ufer, die rosenfarbigen Flamingos, welche fischend schon am frühen Morgen die Mündung der Flüsse beleben beschäftigen den alten Seemann, als er längs den Küsten von Cuba, zwischen den kleinen

*) Humboldt, Examen critique de l'Histoire de la Géographie du Nouveau Continent T. III p. 227–24

lucayischen Inseln und den, auch von mir besuchten Jardinillos hinfuhr. Jedes neu entdeckte Land scheint ihm noch schöner als das früher beschriebene; er beklagt, nicht Worte zu finden, um die süßen Eindrücke wiederzugeben, die er empfangen. Mit der Kräuterkunde völlig unbekannt, wenn gleich durch Einfluß arabischer und jüdischer Aerzte sich damals schon einige oberflächliche Kenntniß der Gewächse in Spanien verbreitet hatte, treibt das einfache Naturgefühl den Entdecker an, alles fremdartige einzeln aufzufassen. Er unterscheidet in Cuba schon sieben oder acht verschiedene Palmenarten, die schöner und höher als die Dattelpalme sind (variedades de palmas superiores a las nuestras en su belleza y altura), er meldet seinem geistreichen Freunde Anghiera, daß er in derselben Ebene Tannen und Palmen zusammengruppirt, palmeta und pineta wundervoll gemengt gesehen; er betrachtet die Vegetation mit solchem Scharfblick, daß er zuerst bemerkt, es gebe im Cibao auf den Bergen Pinien, deren Früchte nicht Tannenzapfen sind, sondern Beeren wie die Oliven des Axarafe de Sevilla. Columbus hat also schon, wie ich bereits oben *) erinnert, das Geschlecht Podocarpus von der Familie der Abietineen getrennt.

„Die Anmuth dieses neuen Landes," sagt der Entdecker, „steht hoch über der der campiña de Cordoba. Alle Bäume glänzen von immer grünem Laube und sind ewig mit Früchten beladen. Auf dem Boden stehen die Kräuter hoch und blühend. Die Lüfte sind lau wie im April in Castilien; es singt die Nachtigall süßer, als man es beschreiben kann. Bei Nacht singen wieder süß andere, kleinere Vögel; auch höre ich unseren Grashüpfer und die Frösche. Einmal kam ich in eine tiefe eingeschlossene Hafenbucht und sah, was kein Auge gesehen: hohes Gebirge, von dem lieblich die Wasser (lindas aguas) herabströmen. Das Gebirge war bedeckt mit Tannen und anderen vielfach gestalteten, mit schönen Blüthen geschmückten Bäumen. Den Strom hinaufsteuernd, der in die Bucht mündete, war ich erstaunt über die kühlen Schatten, die krystallklaren Wasser und die Zahl der Singvögel. Es war mir als möchte ich so einen Ort nie verlassen, als könnten tausend Zungen dies alles nicht wiedergeben, als weigere sich die verzauberte Hand es niederzuschreiben (para hacer relacions a los Reyes de las cosas que vian no bastáran mil lenguas a referillo, ni la mano para lo escribir, que le parecia questaba encantado)." †)

Wir lernen hier aus dem Tagebuche eines literarisch ganz ungebildeten Seemannes, welche Macht die Schönheit der Natur in ihrer individuellen Gestaltung auf ein empfängliches Gemüth auszuüben vermag. Gefühle veredeln die Sprache: denn die Prosa des Admirals ist, besonders da wo er, bereits 67 Jahre alt, auf der vierten Reise seinen großartigen Wundertraum ‡) an der Küste von Veragua erzählt, wenn auch nicht beredter, doch anregender als der allegorische Schäferroman des Boccaccio und die zwei Arcadien von Sannazaro und Sidney, als Garcilasso's Salicio y Nemoroso oder die Diana des Jorge de Montemayor. Das elegisch idyllische Element war leider! nur zu lange vorherrschend in der italiänischen und in der spanischen Literatur. Es bedurfte des lebensfrischen Bildes, in dem Cervantes die Abenteuer des Ritters aus der Mancha darstellte, um die Galatea desselben Schriftstellers zu verdunkeln. Der Hirtenroman, so sehr ihn auch bei den eben genannten großen Dichtern Schönheit der Sprache und Zartheit der Empfindungen veredelten, bleibt seiner Natur nach, wie die allegorischen Verstandeskünsteleien des Mittelalters, frostig und ermüdend. Individualität des Beobachteten führt allein zur Naturwahrheit in der Darstellung; auch hat man in den herrlichsten beschreibenden Stanzen ||) des befreiten Jerusalem Eindrücke von der malerischen Umgebung des Dichters, Erinnerungen an die anmuthige Landschaft von Sorrent zu erkennen geglaubt.

*) S. oben Kosmos Buch I. S. 148.

†) Tagebuch des Columbus auf der ersten Reise (29. Oct. 1492, 25—29. Nov., 7—16. Dec., 21. Dec.), auch sein Brief an Donna Maria de Guzman, ama del Principe D. Juan, Dec. 1500; in Navarrete, Coleccion de los Viages que hicièron por mar los Españoles T. I. p. 43, 65—72, 82, 92, 100 und 266.

‡) A. a. O. p. 303—304 (Carta del Almirante a los Reyes escrita en Jamaica a 7 de Julio 1503); Humboldt, Examen crit. T. III. p. 231—236.

||) Tasso canto XVI Stanze 9—16.

Jene individuelle Naturwahrheit, die aus eigner Anschauung entspringt, glänzt im reichsten Maaße in dem großen National-Epos der portugiesischen Literatur. Es weht wie ein indischer Blüthenduft durch das ganze unter dem Tropen-Himmel (in der Felsgrotte bei Macao und in den Molukken) geschriebene Gedicht. Mir geziemt es nicht einen kühnen Ausspruch Friedrich Schlegel's zu bekräftigen, nach welchem die Lusiaden des Camoens „an Farbe und Fülle der Phantasie den Ariost bei weitem übertreffen*);" aber als Naturbeobachter darf ich wohl hinzufügen, daß in den beschreibenden Theilen der Lusiaden nie die Begeistrung des Dichters, der Schmuck der Rede und die süßen Laute der Schwermuth der Genauigkeit in der Darstellung physischer Erscheinungen hinderlich werden. Sie haben vielmehr, wie dies immer der Fall ist, wenn die Kunst aus ungetrübter Quelle schöpft, den belebenden Eindruck der Größe und Wahrheit der Naturbilder erhöht. Unnachahmlich sind in Camoens die Schilderungen des ewigen Verkehrs zwischen Luft und Meer, zwischen der vielfach gestalteten Wolkendecke, ihren meteorologischen Processen und den verschiedenen Zuständen der Oberfläche des Oceans. Er zeigt uns diese Oberfläche, bald wenn milde Winde sie kräuseln und die kurzen Wellen im Spiel des zurückgeworfenen Lichtstrahls funkelnd leuchten, bald wenn Coelho's und Paul de Gama's Schiffe in einem furchtbaren Sturme gegen die tief aufgeregten Elemente ankämpfen†). Camoens ist im eigentlichsten Sinne des Worts ein großer Seemaler. Als Kriegsmann hatte er gefochten an dem Fuße des Atlas im marokkanischen Gebiete, im rothen Meere und im persischen Meerbusen; zweimal hatte er das Cap umschifft und, mit tiefem Naturgefühl begabt, 16 Jahre lang an dem indischen und chinesischen Gestade alle Phänomene des Weltmeers belauscht. Er beschreibt das electrische St. Elmsfeuer (Castor und Pollux der alten griechischen Seefahrer), „das lebende Licht**) dem Seevolke heilig;" er beschreibt die gefahrdrohende Trombe in ihrer allmäligen Entwickelung: „wie der Dunst, aus feinem Duft gewoben, sich im Kreise dreht, ein dünnes Rohr herabläßt und die Fluth düsternd aufpumpt; wie er, wenn das schwarze Gewölk sich satt gesogen, den Fuß des Trichters zurückzieht und, zum Himmel fliegend, auf der Flucht als süßes Wasser den Wogen wiedergiebt, was die Trombe ihnen brausend entzogen ...." Die Schriftgelehrten, sagt der Dichter (und er sagt es fast auch zum Spott der jetzigen Zeit), die Schriftgelehrten mögen versuchen „der Welt verborgene Wunderdinge zu erklären, da, vom Geist allein und von der Wissenschaft geleitet, sie so gern für falsch ausgeben, was man aus dem Munde des Schiffers hört, dem einziger Leiter die Erfahrung ist."

Das naturbeschreibende Talent des begeisterten Dichters weilt aber nicht bloß bei den einzelnen Erscheinungen, es glänzt auch da, wo es große Massen auf einmal umfaßt. Der dritte Gesang schildert mit wenigen Zügen die Gestaltung von Europa¶) vom kältesten

---

*) S. Friedrich Schlegel's sämmtl. Werke Bd. II. S. [illegible] [illegible] A Sancta Providencia que [illegible]..."

†) [illegible] canto I est. 19, canto [illegible]

**) [illegible] que a maritima [illegible] tempo [illegible] tormenta ..." [illegible] scheinend, „als flatterten Vögel," und heilsame Zeichen (Stob. Eclog. phys. I p. 514; Seneca, Nat. Quaest. I. 1). Ueber den hohen Grad eigenthümlicher Anschaulichkeit in den Naturbeschreibungen des Camoens s. die große Pariser Edition von 1818 in der Vida de Camoes von Dom Joze Maria de Souza p. CII.

††) Die Wasserhose (Wettersäule) canto V est. 19—22 ist zu vergleichen mit der ebenfalls sehr dichterischen und naturwahren Beschreibung des Lucretius VI, 423—442. Ueber das süße Wasser, welches gegen Ende des Phänomens scheinbar aus dem oberen Theil der Wasserhose herabstürzt, s. Ogden, on Water Spouts nach Beobachtungen auf einer im Jahr 1820 gemachten Reise von der Havana nach Norfolk, in Silliman, Amer. Journal of Sc. Vol. XXIX. 1836 p. 254—260.

¶) Canto III est. 7—21. Ich befolge immer den Text des Camoens der Editio princeps von 1572, welche die vortreffliche und splendide Ausgabe des Dom Joze Maria de Souza Botelho (Paris 1818) uns wiedergegeben hat. In den deutschen Citaten bin ich meist der Uebertragung Donner's (1833) gefolgt.

Norden an bis „zum Lusitanienreiche und zu der Meerenge, wo Hercules sein letztes Werk gethan." Ueberall wird auf die Sitten und den Culturzustand der Völker angespielt, welche den vielgegliederten Welttheil bewohnen. Von den Preußen, Moscoviten und den Stämmen, „que o Rheno *frio* lava," eilt er zu den herrlichen Auen von Hellas, „que creastes os peites eloquentes, e os juicos de alta phantasia." Im zehnten Gesange erweitert sich der Blick. Tethys führt den Gama auf einen hohen Berg, um ihm die Geheimnisse des Weltbaues (machina do mundo) und der Planeten Lauf (nach Ptolemäischen Ansichten) zu enthüllen*). Es ist ein Traumgesicht im Styl des Dante; und da die Erde das Centrum des Bewegten bildet, so wird zuletzt bei Beschreibung des Erdglobus die ganze Kenntniß der damals erforschten Länder und ihrer Erzeugnisse dargelegt†). Es gilt hier nicht mehr Europa allein zu schildern, wie früher im dritten Gesange, alle Erdtheile werden durchmustert; selbst das Land des heiligen Kreuzes (Brasilien) und die Küsten werden genannt, die Magelhan entdeckte, „durch die That, aber nicht durch die Treue ein Sohn Lusitaniens."

Wenn ich vorher den Camoens vorzugsweise als Seemaler rühmte, so war es um anzudeuten, daß das Erdeleben ihn minder lebhaft angezogen hat. Schon Sismondi bemerkt mit Recht, daß das ganze Gedicht keine Spur von etwas Anschaulichem über die tropische Vegetation und ihre physiognomische Gestaltung enthält. Nur die Arome und nützlichen Handelsproducte werden bezeichnet. Die Episode der Zauberinsel‡) bietet freilich das reizendste Gemälde einer Landschaft dar; aber die Pflanzendecke ist gebildet, wie eine Ilha de Venus es erfordert, von „Myrten, dem Citrusbaume, duftenden Limonen und Granaten," alle dem Klima des südlichen Europa angeeignet. Bei dem größten der damaligen Seefahrer, Christoph Columbus, finden wir mehr Freude an den Küstenwäldern, mehr Aufmerksamkeit auf die Formen des Gewächsreiches; aber Columbus schreibt ein Reisejournal und verzeichnet in diesem die lebendigen Eindrücke jedes Tages, während das Epos des Camoens die Großthaten der Portugiesen verherrlicht. Pflanzennamen den Sprachen der Eingebornen zu entlehnen und sie in die Beschreibung einer Landschaft einzuflechten, in der, wie vor einem Hintergrund, die Handelnden sich bewegen, konnte den an harmonische Klänge gewöhnten Dichter wenig reizen.

Neben der ritterlichen Gestalt des Camoens hat man oft die eben so romantische eines spanischen Kriegers aufgestellt, der unter dem großen Kaiser in Peru und Chili diente und unter jenen fernen Himmelsstrichen die Thaten besang, an denen er rühmlichst Theil genommen. In dem ganzen Epos der Araucana des Don Alonso de Ercilla hat die unmittelbare Anschauung, der Anblick mit ewigem Schnee bedeckter Vulkane, heißer Waldthäler und weit in das Land eindringender Meeresarme fast nichts hervorgebracht, was man darstellend nennen könnte. Das übermäßige Lob, das Cervantes, bei Gelegenheit der geistreich satirischen Bücherschau des Quixote, dem Ercilla gespendet, ist wohl nur durch leidenschaftliche Rivalität zwischen der spanischen und italiänischen Poesie hervorgerufen worden. Man möchte fast sagen, es habe Voltaire'n und viele neueren Kritiker irre ge-

---

Der Hauptzweck der Lusiaden des Camoens war die Verherrlichung seiner Nation. Es wäre ein Monument eines solchen dichterischen Ruhmes und einer solchen Nation würdig, wenn, nach dem edlen Beispiele der Säle von Schiller und Goethe im großherzoglichen Schlosse zu Weimar, in Lissabon selbst die zwölf grandiosen Compositionen meines hingeschiedenen geistreichen Freundes Gérard, welche Souza's Ausgabe schmücken, in recht beträchtlichen Dimensionen als Fresken an wohl beleuchteten Wänden ausgeführt würden. Das Traumgesicht des Königs Dom Manoel, in welchem ihm die Flüsse Indus und Ganges erscheinen, der Gigant Adamastor über dem Vorgebirge der guten Hoffnung schwebend („Eu sou aquelle occulto e grande Cabo, A quem chamais vós outros Tormentorio"), der Mord der Ignes de Castro und die liebliche Ilha de Venus würden von der herrlichsten Wirkung sein.

*) Canto X est. 79—90. Camoens nennt wie Vespucci die dem Südpol nächste Himmelsgegend sternenarm, canto V est. 14; auch kennt er das Eis der südlichen Meere, canto V est. 27.

†) Canto X est. 91—141.

‡) Canto IX est. 51—63. (Vergl. Ludwig Kriegk, Schriften zur allgemeinen Erdkunde 1840 S. 338). Die ganze Insel Ilha de Venus ist eine allegorische Mythe, wie est. 89 ausdrücklich angedeutet wird. Nur der Anfang der Erzählung des Traumes von Dom Manoel schildert eine indische Berg- und Waldgegend, canto IV est. 70.

führt. Die **Araucana** ist allerdings ein Werk, welches ein edles Nationalgefühl dur
dringt; die Schilderung der Sitten eines wilden Volksstammes, der im Kampf für
Freiheit des Vaterlandes erliegt, ist darin nicht ohne Leben: aber die Diction des Erc
ist schleppend, mit Eigennamen überhäuft, ohne alle Spur dichterischer Begeisterung*).

Diese Begeisterung findet sich in mehreren Strophen des Romancero caballeresco
in der religiösen Melancholie des Fray Louis de Leon, z. B. in seiner „heiteren Nac
wenn er die ewigen Lichter (resplandores eternales) des gestirnten Himmels besingt
und in den großen Schöpfungen des Calderon. „Als sich die Comödie der Spanier bis
einer hohen Vollendung ausgearbeitet hatte," sagt der tiefste Forscher aller dramatisc
Literatur, mein edler Freund Ludwig Tieck, „finden wir oft beim Calderon und bei sei
Zeitgenossen, in romanzen- und conzonartigen Sylbenmaaßen, blendend schöne Schil
rungen vom Meere, von Gebirgen, Gärten und waldigen Thälern: doch fast immer
allegorischen Beziehungen, und mit einem künstlichen Glanz übergossen, der uns nicht
wohl die freie Luft der Natur, die Wahrheit des Gebirges, die Schatten der Thäler füh
läßt, als daß in harmonischen, wohlklingenden Versen eine geistvolle Beschreibung gegel
wird, die mit kleinen Nüancen immer wiederkehrt." In dem Schauspiel **das Leben e
Traum** (la vida es sueño) läßt Calderon den Prinzen Sigismund das Unglück sei
Gefangenschaft in anmuthigen Gegensätzen mit der Freiheit der ganzen organischen Na
beklagen. Es werden geschildert die Sitten der Vögel, „die im weiten Himmelsraume
in raschen Flügen regen," die Fische, „welche, kaum aus Laich und Schlamm entsproff
schon das weite Meer suchen, dessen Unendlichkeit ihnen bei ihren kecken Zügen nicht zu
nügen scheint. Selbst dem Bache, der im Ringelgange zwischen Blüthen hingleitet, gewä
die Flur einen freien Pfad." Und ich, ruft Sigismund verzweiflungsvoll aus, der m
Leben hat, soll bei freierem Geiste mich in mindre Freiheit fügen! Auf ähnliche We
aber auch oft durch Antithesen, witzige Gleichnisse und Künsteleien aus Gongora's Sch
verunstaltet, spricht im **standhaften Prinzen** Don Vernando zum Könige von Fez
Wir erinneren an diese einzelnen Beispiele, weil sie zeigen, wie in der dramatischen D
tung, die es vornehmlich mit Begebenheiten, Leidenschaften und Charakteren zu thun h

---

*) Aus Vorliebe für die alte spanische Literatur und für den reizenden Himmelsstrich, in welchem die Araucana des Alonso de **Ercilla** y Zuñiga gedichtet wurde, habe ich gewissenhaft das leider 42000 Verse lange Epos zweimal ganz gelesen: einmal in Peru, das andere Mal neuerlichst in Paris, als ich zur Vergleichung mit dem Ercilla durch die Güte eines gelehrten Reisenden, Herrn Ternaux Compans, ein sehr seltenes, 1596 in Lima gedrucktes Buch, die neunzehn Gesänge des Arauco domado compuesto por el Licenciado Pedro de Oña, natural de los Infantes de Engol en Chile, erhielt. Von dem Epos des **Ercilla**, in dem Voltaire eine „Ilias," Sismondi eine „Zeitung in Reimen" zu sehen glauben, sind die ersten funfzehn Gesänge zwischen 1555 und 1563 gedichtet und schon 1569 erschienen; die letzten wurden erst 1590 gedruckt, nur sechs Jahre vor dem elenden Gedichte von Pedro de Oña, das denselben Titel führt als eines der dramatischen Meisterwerke des Lope de Vega, in welchem aber der Cacique Caupolican wieder die Hauptrolle spielt. Ercilla ist naiv und treuherzig, besonders in den Theilen seiner Composition, die er im Felde, aus Mangel an Papier, auf Baumrinde und Thierfelle schrieb. Die Schilderung seiner Dürftigkeit und des Undanks, welchen auch er an König Philipps Hofe erfuhr, ist überaus rührend, besonders am Schluß des 37sten Gesanges:

> „Climas passè, mudè constelaciones,
> Golfos inavegables navegando,
> Estendiendo, Señor, Vuestra Corona
> Hasta la austral frigida zona . . ."

„Die Blüthenzeit meines Lebens ist dahin; ich werde, spät belehrt, dem Irdischen entsagen, weinen und nicht mehr singen." Die Naturbeschreibungen (der Ga
des Zauberers, der Sturm, den Eponamon erregt,
Schilderung des Meeres; P. I. p. 80, 135 und 17
II. p. 130 und 161 in der Ausgabe von 1733) ent
ren alles Naturgefühls; die geographischen Wortreg
(canto XXVII) sind so gehäuft, daß in einer O
27 Eigennamen unmittelbar auf einander folgen.
Parte II. der **Araucana** ist nicht von Ercilla,
dern eine Fortsetzung in 20 cantos von Diego de S
tistevan **Osorio**, den 37 cantos des Ercilla folg
und diesen angeheftet.

†) Im Romancero de Romances caballeresc
historicos ordenado por D. Agustin Duran P. I
189 und P. II. p. 237 erinnere ich an die schönen S
phen: Yba declinando el dia — Su curso y lig
horas . . . und an die Flucht des Königs Rod
welche beginnt:

> Cuando las pintadas aves
> Mudas estan y la tierra
> Atenta escucha los rios . . . .

‡) Fray **Luis de Leon**, Obras proprias y
ducciones dedicadas á Don Pedro Portocarero 1
p. 120: Noche serena. Ein tiefes Naturgefühl o
bart sich bisweilen auch in den alten mystischen Po
der Spanier (Fray Luis de Granada, Santa Teres
Jesus, Malon de Chaide); aber die Naturbilder
meist nur die Hülle, in der ideale religiöse Anscha
gen symbolisirt sind.

*) **Calderon** im **standhaften Prinzen**
Annäherung der spanischen Flotte Act I Scene 1,
über das Königthum des Gewildes in den Wäldern
III Scene 2.

„die Beschreibungen nur Abbildungen des Gemüths, der Stimmung der handelnden Personen werden. Shakespeare, der in dem Drang seiner bewegten Handlung fast nie Zeit und Gelegenheit hat sich auf Naturschilderungen geflissentlich einzulassen, malt durch Vorfälle, Andeutungen und Gemüthsbewegung der Handelnden Landschaft und Natur, daß wir sie vor uns zu sehen glauben und in ihr zu leben scheinen. So leben wir in der Sommernacht im Walde, sehen wir in den letzten Scenen des Kaufmann von Venedig den Mondschein, welcher eine warme Sommernacht erhellt, ohne daß beide geschildert werden. Eine wirkliche Naturbeschreibung ist aber die der Dover-Klippe im König Lear, wo der sich wahnsinnig stellende Edgar seinem blinden Vater Gloster, auf der Ebene gehend, vorbildet, sie erstiegen die Klippe. Schwindelerregend ist die Schilderung des Blicks in die Tiefe von oben hinab*)."

Wenn in Shakespeare innere Lebendigkeit der Gefühle und großartige Einfachheit der Sprache die Anschaulichkeit und den individuellen Naturausdruck so wundervoll beleben, so ist in Milton's erhabener Dichtung des verlorenen Paradieses, dem Wesen einer solchen Composition nach, das Beschreibende mehr prachtvoll als darstellend. Der ganze Reichthum der Phantasie und der Sprache ist auf die Schilderung der blühenden Natur des Paradieses ausgegossen; aber hier wie in Thomson's lieblichem Lehrgedichte der Jahreszeiten hat die Schilderung der Vegetation nur in allgemeinen, unbestimmten Umrissen entworfen werden können. Nach dem Urtheile tiefer Kenner der indischen Dichtkunst individualisirt zwar Kalidasa's ähnliches indisches Gedicht, Ritusanhara, das weit über anderthalbtausend Jahre älter ist, die kräftige Tropennatur mit größerer Lebendigkeit; es entbehrt aber der Anmuth, welche in Thomson aus der den höheren Breiten eignen vielfacheren Scheidung der Jahreszeiten, aus den Uebergängen des obstreichen Herbstes zum Winter und des Winters zum wiederbelebenden Frühling, aus der Schilderung des arbeitsamen oder heiteren Treibens der Menschen in jedem Theile des Jahres entspringt.

Gehen wir zu der uns näheren Zeit über, so bemerken wir, daß seit der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts sich vorzugsweise die darstellende Prosa in eigenthümlicher Kraft entwickelt hat. Wenn auch bei dem nach allen Seiten hin erweiterten Naturstudium die Masse des Erkannten übermäßig angewachsen ist, so hat sie darum doch nicht bei den Wenigen, die einer hohen Begeisterung fähig sind, die intellectuelle Anschauung unter dem materiellen Gewichte des Wissens erdrückt. Diese intellectuelle Anschauung (das Werk dichterischer Spontaneität) hat vielmehr selbst an Umfang und an Erhabenheit des Gegenstandes zugenommen, seitdem die Blicke tiefer in den Bau der Gebirge (der geschichteten Grabstätte untergegangener Organisationen), in die geographische Verbreitung der Thiere und Pflanzen, in die Verwandtschaft der Menschenstämme eingedrungen sind. So haben zuerst, durch Anregung der Einbildungskraft, mächtig auf die Belebung des Naturgefühls, den Contact mit der Natur und den davon unzertrennlichen Trieb zu fernen Reisen gewirkt: in Frankreich Jean Jacques Rousseau, Buffon, Bernardin de St. Pierre und, um hier ausnahmsweise einen noch lebenden Schriftsteller zu nennen, mein vieljähriger Freund August von Chateaubriand; in den britischen Inseln der geistreiche Playfair; in Deutschland Cook's Begleiter auf seiner zweiten Weltumseglung, der beredte und dabei jeder Verallgemeinerung der Naturansicht glücklich zugewandte Georg Forster.

Es muß diesen Blättern fremd bleiben, zu untersuchen, was jeden dieser Schriftsteller charakterisirt, was in ihren überall verbreiteten Werken den Schilderungen der Landschaft Reiz und Anmuth verleiht, was die Eindrücke stört, die sie hervorrufen wollten; aber einem Reisenden, welcher sein Wissen hauptsächlich der unmittelbaren Anschauung der Welt ver-

---

†) Was in dem Texte, im Urtheil über Calderon und Shakespeare, von Anführungszeichen begleitet ist, habe ich aus einem ungedruckten an mich gerichteten Briefe von Ludwig Tieck entlehnt.

dankt, wird es erlaubt sein hier einige zerstreute Betrachtungen über einen jüngeren und im ganzen wenig bearbeiteten Theil der Literatur einzuschalten. Buffon, großartig und ernst, Planetenbau, Organisation, Licht und magnetische Kraft gleichzeitig umfassend, in physikalischen Untersuchungen weit gründlicher als es seine Zeitgenossen wähnten, ist, wenn er von den Sitten der Thiere zu der Beschreibung des Landschaftlichen übergeht, in kunstreichem Periodenbau, mehr rhetorisch pomphaft als individualisirend wahr, mehr zur Empfänglichkeit des Erhabenen stimmend als das Gemüth durch anschauliche Schilderung des wirklichen Naturlebens, gleichsam durch Anklang der Gegenwart, ergreifend. Man fühlt, selbst in den mit Recht bewunderten Versuchen dieser Art, daß er Mittel-Europa nie verließ, daß ihm die eigne Ansicht der Tropenwelt fehlt, die er zu beschreiben glaubt. Was wir aber besonders in den Werken dieses großen Schriftstellers vermissen, ist die harmonische Verknüpfung der Darstellung der Natur mit dem Ausdruck der angeregten Empfindung; es fehlt fast alles, was der geheimnißvollen Analogie zwischen den Gemüthsbewegungen und den Erscheinungen der Sinnenwelt entquillt.

Größere Tiefe der Gefühle und ein frischerer Lebensgeist athmen in Jean Jacques Rousseau, in Bernardin de St. Pierre und in Chateaubriand. Wenn ich hier der hinreißenden Beredsamkeit des ersten, der malerischen Scenen von Clarens und Meillerie am Leman-See erwähne, so ist es, weil in den Hauptwerken des, wenig gelehrten, aber eifrigen Pflanzensammlers (sie sind um zwanzig Jahre älter als Buffon's phantasiereiche Weltepochen*) die Begeisterung sich hauptsächlich in der innersten Eigenthümlichkeit der Sprache offenbart, ja in der Prosa eben so überströmend ausbricht als in Klopstock's, Schiller's, Goethe's und Byron's unsterblichen Dichtungen. Auch da, wo nichts beabsichtigt wird, was unmittelbar an das Studium der Natur geknüpft ist, kann doch unsere Liebe zu diesem Studium durch den Zauber einer poetischen Darstellung des Naturlebens, sei es auch in den engsten, uns wohlbekannten Erdräumen, erhöht werden.

Indem wir zu den Prosaikern wieder zurückkehren, verweilen wir gern bei der kleinen Schöpfung, welcher Bernardin de St. Pierre den schöneren Theil seines literarischen Ruhmes verdankt. Paul und Virginia, ein Werk, wie es kaum eine andere Literatur aufzuweisen hat, ist das einfache Naturbild einer Insel mitten im tropischen Meere, wo, bald von der Milde des Himmels beschirmt, bald von dem mächtigen Kampf der Elemente bedroht, zwei anmuthvolle Gestalten in der wilden Pflanzenfülle des Waldes sich malerisch wie von einem blüthenreichen Teppich abheben. Hier und in der Chaumière indienne, ja selbst in den Études de la Nature, welche leider durch abenteuerliche Theorien und physikalische Irrthümer verunstaltet werden, sind der Anblick des Meeres, die Gruppirung der Wolken, das Rauschen der Lüfte in den Bambus-Gebüschen, das Wogen der hohen Palmengipfel mit unnachahmlicher Wahrheit geschildert. Bernardin de St. Pierre's Meisterwerk Paul und Virginia hat mich in die Zone begleitet, der es seine Entstehung verdankt. Viele Jahre lang ist es von mir und meinem theuren Begleiter und Freunde Bonpland gelesen worden: dort nun (man verzeihe den Anruf an das eigene Gefühl) in dem stillen Glanze des südlichen Himmels, oder wenn in der Regenzeit, am Ufer des Ori-

*) Dies ist die Zeitfolge, nach welcher die Werke erschienen sind: Jean Jacques Rousseau 1759 (Nouvelle Héloise; Buffon 1778 (Époques de la Nature, aber die Histoire naturelle schon 1749—1767); Bernardin de St. Pierre, Études de la Nature 1784, Paul et Virginie 1788, Chaumière indienne 1791; Georg Forster, Reise nach der Südsee 1777, kleine Schriften 1794. Mehr als ein halbes Jahrhundert vor dem Erscheinen der Nouvelle Héloise hatte schon Madame de Sévigné in ihren anmuthigen Briefen die Lebendigkeit eines Naturgefühls offenbart, das in dem großen Zeitalter von Ludwig XIV. sich so selten aussprach. Vergleiche die herrlichen Naturschilderungen in den Briefen vom 20. April, 31. Mai, 15. August, 16. September und 6. November 1671; vom 23. October und 28. December 1689 (Aubenas, Hist. de Madame de Sévigné 1842 p. 201 und 427). — Wenn ich später im Texte (S. 225) des alten deutschen Dichters Paul Flemming erwähnt habe, der von 1633 bis 1639 Adam Olearius auf seiner moscovitischen und persischen Reise begleitete, so ist es, weil nach dem gewichtigen Ausspruche meines Freundes Varnhagen von Ense (biographische Denkm. Bd. IV. S. 4, 75 und 129) „der Charakter von Flemming's Dichtungen eine gesunde und frische Kraft ist," weil seine Naturbilder zart und voll Leben sind.

noco, der Blitz krachend den Wald erleuchtete, wurden wir beide von der bewundernswürdigen Wahrheit durchdrungen, mit der in jener kleinen Schrift die mächtige Tropennatur in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit dargestellt ist. Ein solches Auffassen des Einzelnen, ohne dem Eindruck des Allgemeinen zu schaden, ohne dem zu behandelnden äußeren Stoffe die freie innere Belebung dichterischer Phantasie zu rauben, charakterisirt in einem noch höheren Grade den geistreichen und gefühlvollen Verfasser von Attala, René, der Märtyrer und der Reise nach Griechenland und Palästina. In seinen Schöpfungen sind alle Contraste der Landschaft in den verschiedenartigsten Erdstrichen mit wundervoller Anschaulichkeit zusammengedrängt. Die ernste Größe historischer Erinnerungen konnte allein den Eindrücken einer schnellen Reise Tiefe und Ruhe verleihen.

In unserm deutschen Vaterlande hat sich das Naturgefühl wie in der italiänischen und spanischen Literatur nur zu lange in der Kunstform des Idylls, des Schäferromans und des Lehrgedichts offenbart. Auf diesem Wege wandelten oft der persische Reisende Paul Flemming, Brockes, der gefühlvolle Ewald von Kleist, Hagedorn, Salomon Geßner und einer der größten Naturforscher aller Zeiten, Haller, dessen locale Schilderungen wenigstens bestimmtere Umrisse und eine mehr objective Wahrheit des Colorits darbieten. Das elegisch-idyllische Element beherrschte damals eine schwermüthige Landschaftspoesie, und die Dürftigkeit des Inhalts konnte, selbst in Voß, dem edeln und tiefen Kenner des classischen Alterthums, nicht durch eine höhere und glückliche Ausbildung der Sprache verhüllt werden. Erst als das Studium der Erdräume an Tiefe und Mannigfaltigkeit gewann, als die Naturwissenschaften sich nicht mehr auf tabellarische Aufzählungen seltsamer Erzeugnisse beschränkten, sondern sich zu den großartigen Ansichten einer vergleichenden Länderkunde erhoben, konnte jene Ausbildung der Sprache zu lebensfrischen Bildern ferner Zonen benutzt werden.

Die älteren Reisenden des Mittelalters, wie John Mandeville (1353), Hans Schiltberger aus München (1425) und Bernhard von Breytenbach (1486), erfreuen uns noch heute durch eine liebenswürdige Naivetät, durch ihre Freiheit der Rede, durch die Sicherheit, mit welcher sie vor einem Publikum auftreten, das ganz unvorbereitet, und darum um so neugieriger und leichtgläubiger anhört, weil es sich noch nicht schämen gelernt hat ergötzt oder gar erstaunt zu scheinen. Das Interesse der Reisen war damals fast ganz dramatisch, ja die nothwendige und dazu so leichte Einmischung des Wunderbaren gab ihnen beinahe eine epische Färbung. Die Sitten der Völker werden minder beschrieben als sie sich durch den Contact des Reisenden mit den Eingeborenen anschaulich machen. Die Vegetation bleibt namenlos und unbeachtet, wenn nicht hier und da einer sehr angenehmen oder seltsam gestalteten Frucht oder einer außerordentlichen Dimension von Stamm und Blättern gedacht wird. Unter den Thieren werden zunächst die menschenähnlichen, dann die reißenden, gefahrbringenden mit besondrer Vorliebe beschrieben. Die Zeitgenossen des Reisenden glaubten noch an alle Gefahren, die in solchen Klimaten Wenige unter ihnen getheilt; ja die Langsamkeit der Schifffahrt und der Mangel an Verbindungsmitteln ließ die indischen Länder (so nannte man die ganze Tropen-Zone) wie in einer unabsehbaren Ferne erscheinen. Columbus *) hatte noch nicht das Recht gehabt der Königin Isabella zu schreiben: „die Erde ist nicht gar groß, viel kleiner denn das Volk es wähnt."

In Hinsicht auf Composition hatten demnach die vergessenen Reisen des Mittelalters, die wir hier schildern, bei aller Dürftigkeit des Materials viele Vorzüge vor unseren meisten neueren Reisen. Sie hatten die Einheit, welche jedes Kunstwerk erfordert: alles war an eine Handlung geknüpft, alles der Reisebegebenheit selbst untergeordnet. Das Interesse entstand aus der einfachen, lebendigen, meist für glaubwürdig gehaltenen Erzählung über-

*) Brief des Admirals aus Jamaica vom 7. Julius 1503: „El mundo es poco; digo que el mundo no es tan grande como dice el vulgo." Navarrete, Colleccion de Viages esp. T. I. p. 300.)

dankt, wird es erlaubt sein hier einige zerstreute Bet..
im ganzen wenig bearbeiteten Theil der Literatur
und ernst, Planetenbau, Organisation, Licht und m
in physikalischen Untersuchungen weit gründlicher
wenn er von den Sitten der Thiere zu der Besch
kunstreichem Periodenbau, mehr rhetorisch pomp
Empfänglichkeit des Erhabenen stimmend als da
des wirklichen Naturlebens, gleichsam durch
fühlt, selbst in den mit Recht bewunderten Ve
verließ, daß ihm die eigne Ansicht der Tropen
wir aber besonders in den Werken dieses gro
Verknüpfung der Darstellung der Natur m
es fehlt fast alles, was der geheimnißvoll
und den Erscheinungen der Sinnenwelt

Größere Tiefe der Gefühle und ein
Rousseau, in Bernardin de St.
hier der hinreißenden Beredsamkeit d
Meillerie am Leman-See erwähne, se
aber eifrigen Pflanzensammlers (fle
reiche Weltepochen*) die Beg
lichkeit der Sprache offenbart, ja
stock's, Schiller's, Goethe's und
beabsichtigt wird, was unmitt
unsere Liebe zu diesem Studiu
lebens, sei es auch in den eng

Indem wir zu den Prosa
Schöpfung, welcher Bern
Ruhmes verdankt. Paul
aufzuweisen hat, ist das
bald von der Milde des
bedroht, zwei anmuthv
wie von einem blüthen
selbst in den Études
kalische Irrthümer ve
Wolken, das Rausch
mengipfel mit unna
werk Paul und
dankt. Viele Ja
Bonpland gelesen
dem stillen Glan

*) Dies ist di
Wiesen finds
volle Wölchen;
then

...rungen, deren sich die neuere Zeit, vorzüglich in der deutschen, ...d nordamerikanischen Literatur, erfreut, mit den Benennungen ...Landschaftsdichtung" tadelnd belegt, so bezeichnen diese Benen-...brauch, welcher vermeintlichen Grenzerweiterungen des Kunst-...rd. Dichterische Beschreibungen von Naturerzeugnissen, wie sie ...nd rühmlichen Laufbahn Delille geliefert, sind bei allem Aufwande ... und Metrik keinesweges als Naturdichtungen im höheren Sinne ...n. Sie bleiben der Begeisterung und also dem poetischen Boden ...d kalt, wie alles, was nur durch äußere Zierde glänzt. Wenn dem-...eschreibende Poesie" als eine eigene für sich bestehende Form der ...etadelt worden ist, so trifft eine solche Mißbilligung gewiß nicht ein ... Resultate der neueren inhaltreicheren Weltbetrachtung durch die ...die Kraft des bezeichnenden Wortes, anschaulich zu machen. Sollte ...andt bleiben, durch welches uns das belebte Bild einer fernen, von ...rten Zone, ja ein Theil des Genusses verschafft werden kann, den die ...ranschauung gewährt? Die Araber sagen*) figürlich und sinnig, die ...sei die, „in welcher das Ohr zum Auge umgewandelt wird." Es gehört ...Gegenwart, daß ein unseliger Hang zu inhaltloser poetischer Prosa, zu ...unter gemüthlicher Ergüsse, gleichzeitig in vielen Ländern, verdienstvolle ...turhistorische Schriftsteller ergriffen hat. Verirrungen dieser Art sind um ..., wenn der Styl aus Mangel literarischer Ausbildung, vorzüglich aber aus ...er inneren Anregung in rhetorische Schwülstigkeit und trübe Sentimentali-

...ribungen, wiederhole ich hier, können scharf umgrenzt und wissenschaftlich ...ohne daß ihnen darum der belebende Hauch der Einbildungskraft entzogen ... Dichterische muß aus dem geahndeten Zusammenhange des Sinnlichen mit ...tuellen, aus dem Gefühl der Allverbreitung, der gegenseitigen Begrenzung und ...des Naturlebens hervorgehen. Je erhabener die Gegenstände sind, desto sorg-...uß der äußere Schmuck der Rede vermieden werden. Die eigentliche Wirkung ...rgemäldes ist in seiner Composition begründet; jede geflissentliche Anregung von ...ssen, der es aufstellt, kann nur störend sein. Wer, mit den großen Werken des ...ns vertraut, in sicherm Besitze des Reichthums seiner Sprache, einfach und indivi-...nd wiederzugeben weiß, was er durch eigene Anschauung empfangen, wird den ...ct nicht verfehlen; er wird es um so weniger, als er, die äußere, ihn umgebende und nicht seine eigene Stimmung schildernd, die Freiheit des Gefühls in anderen ...ränkt läßt.

...er nicht die lebendige Beschreibung jener reich geschmückten Länder der Aequinoctial-... allein, in welcher Intensität des Lichts und feuchte Wärme die Entwicklung aller ...nischen Keime beschleunigen und erhöhen, hat in unseren Tagen dem gesammten Na-...udium einen mächtigen Reiz verschafft. Der geheime Zauber, durch den ein tiefer ...ck in das organische Leben anregend wirkt, ist nicht auf die Tropenwelt allein beschränkt. ...der Erdstrich bietet die Wunder fortschreitender Gestaltung und Gliederung, nach wieder-...renden oder leise abweichenden Typen, dar. Allverbreitet ist das furchtbare Reich der ...aturmächte, welche den uralten Zwist der Elemente in der wolkenschweren Himmelsdecke wie in dem zarten Gewebe der belebten Stoffe zu bindender Eintracht lösen. Darum kön-nen alle Theile des weiten Schöpfungskreises, vom Aequator bis zur kalten Zone, überall wo der Frühling eine Knospe entfaltet, sich einer begeisternden Kraft auf das Gemüth er-freuen. Zu einem solchen Glauben ist unser deutsches Vaterland vor allem berechtigt.

*) Freytag's Darstellung der arabischen Verskunst 1830 S. 402.

Geistes, mit welchem die Landschaft uns anspricht, erschien den Alten nach ihrer Gemüthsrichtung jeder künstlerischen Ausbildung unfähig; ihre Landschaften waren mehr scherzhaft als mit Ernst und Gefühl entworfen."

Wir haben die Analogie des Entwickelungsganges bezeichnet, auf dem im classischen Alterthume zwei Mittel die Natur anschaulich darzustellen, durch die Sprache (das begeisterte Wort) und durch graphische Nachbildungen, allmälig zu einiger Selbstständigkeit gelangt sind. Was uns die neuerlichst so glücklich fortgesetzten Ausgrabungen in Pompeji von antiker Landschaftmalerei in der Manier des Ludius zeigen, gehört höchst wahrscheinlich einer einzigen und zwar sehr kurzen Zeitepoche*) von Nero bis Titus an; denn die Stadt war 16 Jahre vor dem berühmten Ausbruch des Vesuvs schon einmal durch Erdbeben gänzlich zerstört worden.

Die spätere christliche Malerei blieb nach ihrem Kunstcharakter, von Constantin dem Großen an bis zu dem Anfange des Mittelalters, der ächt griechischen und römischen nahe verwandt. Es offenbart uns dieselbe einen Schatz von alten Erinnerungen sowohl in den Miniaturen †), welche prachtvolle und wohlerhaltene Manuscripte zieren, wie in den seltneren Mosaiken derselben Epochen. Rumohr gedenkt eines Psalmen-Manuscriptes in der Barberina zu Rom, wo in einer Miniatur „David die Harfe schlägt, von einem anmuthigen Haine umgeben, aus dessen Gezweige Nymphen hervorlauschen. Diese Personification deutet auf die antike Wurzel des ganzen Bildes." Seit der Mitte des sechsten Jahrhunderts, wo Italien verarmt und politisch zerrüttet war, bewahrte vorzugsweise die byzantinische Kunst im östlichen Reiche den Nachklang und die schwer verlöschenden Typen einer besseren Zeit. Solche Denkmäler bilden den Uebergang zu den Schöpfungen des späteren Mittelalters, nachdem die Liebe zu der Ausschmückung der Manuscripte sich aus dem griechischen Orient nach den Abendländern und dem Norden, in die fränkische Monarchie, unter den Angelsachsen und in die Niederlande verbreitet hatte. Es ist daher von nicht geringer Wichtigkeit für die Geschichte der neueren Kunst, „daß die berühmten Brüder Hubert und Johann van Eyck dem Wesentlichen nach aus einer Schule der Miniaturmaler hervorgegangen sind, welche seit der zweiten Hälfte des 14ten Jahrhunderts in Flandern eine so große Vollkommenheit erlangt hatte ‡)."

Sorgfältige Ausbildung des Landschaftlichen findet sich nämlich zuerst in den historischen Bildern dieser Brüder van Eyck. Beide haben nie Italien gesehen; aber der jüngere Bruder Johann genoß den Anblick einer südeuropäischen Vegetation, als er im Jahr 1428 die Gesandtschaft begleitete, welche der Herzog von Burgund Philipp der Gute wegen seiner Bewerbung um die Tochter König Johanns I. von Portugal nach Lissabon schickte. Wir besitzen hier in dem Museum zu Berlin die Flügel des herrlichen Bildes, welches die eben genannten Künstler, die eigentlichen Begründer der großen niederländischen Malerschule,

dacht worden ist, als einer Kunst, die der freien Natur wenig zugewandt war, so muß ich hier doch einige wenige Ausnahmen bezeichnen, welche durchaus als Landschaften im modernen Sinne des Worts gelten können. S. Pitture d'Ercolano Vol. II. tab. 45. Vol. III. tab. 53 und, als Hintergrund in reizenden historischen Compositionen, Vol. IV. tab. 61, 62 und 63. Ich erwähne nicht der merkwürdigen Darstellung in den Monumenti dell' Instituto di Corrispondenza archeologica Vol. III. tab. 9, deren antike Aechtheit schon von einem scharfsinnigen Archäologen, Raoul-Rochette, bezweifelt worden ist.

*) Gegen die Behauptung von Du Theil (Voyage en Italie par l'Abbé Barthélémy p. 284), daß Pompeji noch mit Glanz unter Hadrian bestanden und erst am Ende des fünften Jahrhunderts völlig zerstört worden sei, s. Adolph v. Hoff, Geschichte der Veränderungen [illegible] der Erdoberfläche Th. II. 1824 S. 195—199.

[illegible] Waagen, Kunstwerke und Künstler in England und [illegible]ris Th. III. 1839 S. 195—201, und besonders S. 217—224, wo das berühmte Psalterium der Pariser Bibliothek (aus dem 10ten Jahrhundert) beschrieben wird, welches beweist, wie lange in Constantinopel sich „die antike Auffassungsweise" erhalten hat. — Den freundschaftlichen und leitenden Mittheilungen dieses tiefen Kunstkenners (des Professor Waagen, Directors der Gemäldegallerie in meiner Vaterstadt) habe ich zur Zeit meiner öffentlichen Vorträge im Jahr 1828 interessante Notizen über die Kunstgeschichte nach der römischen Kaiserzeit verdankt. Was ich später über die allmälige Entwickelung der Landschaftmalerei aufgeschrieben, theilte ich im Winter 1835 dem berühmten, leider uns so früh entrissenen Verfasser der italienischen Forschungen, Freiherr von Rumohr in Dresden, mit. Ich erhielt von dem edel mittheilenden Manne eine große Zahl historischer Erläuterungen, die er mir sogar, wenn es nach der Form meines Werkes geschehen könnte, vollständig zu veröffentlichen erlaubte.

‡) Waagen a. a. O. Th. I. 1837 S. 59, Th. III. 1839 S. 352—359.

für die Cathedralkirche zu Gent angefertigt hatten. Auf den Flügeln, welche die heiligen Einsiedler und Pilger darstellen, hat Johann van Eyck die Landschaft durch Orangenbäume, Dattelpalmen und Cypressen geschmückt, die äußerst naturgetreu über andere dunkele Massen einen ernsten, erhabenen Charakter verbreiten. Man fühlt bei dem Anblick des Bildes, daß der Maler selbst den Eindruck einer Vegetation empfangen hat, die von lauen Lüften umweht ist.

Bei dem Meisterwerke der Gebrüder van Eyck stehen wir noch in der ersten Hälfte des 15ten Jahrhunderts, als die vervollkommnete Oelmalerei eben erst angefangen hatte die Malerei in Tempera zu verdrängen und doch schon eine hohe technische Vollendung erlangt hatte. Das Streben nach einer lebendigen Darstellung der Naturformen war erweckt; und will man die allmälige Verbreitung eines sich erhöhenden Naturgefühls verfolgen, so muß man erinnern, wie Antonello di Messina, ein Schüler der Brüder van Eyck, den Hang zu landschaftlicher Auffassung nach Venedig verpflanzte, und wie die Bilder der van Eyck'schen Schule selbst in Florenz auf den Domenico Ghirlandajo und andere Meister in ähnlichem Sinne eingewirkt haben*). Die Bestrebungen dieser Zeit waren auf eine sorgsame, aber meist ängstliche Nachahmung der Natur gerichtet. Frei und großartig aufgefaßt erscheint diese erst in den Meisterwerken des Tizian, dem auch hier Giorgione zum Vorbild gedient. Ich habe das Glück gehabt viele Jahre lang im Pariser Museum das Gemälde des Tizian bewundern zu können, welches den Tod des von einem Albigenser im Walde überfallenen Petrus Martyr†) in Gegenwart eines anderen Dominicanermönches darstellt. Die Form der Waldbäume und ihre Belaubung, die bergige blaue Ferne, die Abtönung und Beleuchtung des Ganzen lassen einen feierlichen Eindruck von Ernst und Größe, von einer Tiefe der Empfindungen, welche die überaus einfache landschaftliche Composition durchdringt. So lebendig war das Naturgefühl des Tizian, daß er nicht etwa bloß in Bildnissen schöner Frauen, wie in dem Hintergrunde der üppigen Gestalt der Dresdner Venus, sondern auch in den Bildnissen strengerer Auffassung, z. B. in dem des Dichters Pietro Aretino, sei es der Landschaft, sei es dem Himmel einen der individuellen Darstellung entsprechenden Charakter gab. Einem solchen Charakter der Erhabenheit blieben treu in der Bologneser Schule Annibal Caracci und Domenichino.

War aber die große Kunstepoche der Historienmalerei das cinquecento, so ist die Epoche der größten Landschafter das 17te Jahrhundert. Bei dem immer mehr erkannten und sorgsamer beobachteten Reichthum der Natur konnte das Kunstgefühl sich über eine größere Mannigfaltigkeit von Gegenständen verbreiten; auch vermehrte sich zugleich die Vollkommenheit der technischen Darstellungsmittel. Beziehungen auf die Stimmung des Gemüths wurden inniger und durch sie erhöhte sich der zarte und milde Ausdruck des Naturschönen, wie der Glaube an die Macht, mit welcher die Sinnenwelt uns anregen kann. Wenn

---

*) „Im Belvidere des Vatican malte schon Pinturicchio Landschaften als selbstständige Verzierung; sie waren reich und componirt. Er hat auf Raphael eingewirkt, in dessen Bildern viele landschaftliche Seltsamkeiten nicht von Perugino abzuleiten sind. Bei Pinturicchio und bei dessen Freunden finden sich auch schon die sonderbaren spitzigen Bergformen, welche Sie früher in Ihren Vorlesungen geneigt waren, von den durch Leopold von Buch so berühmt gewordenen tyroler Dolomitkegeln abzuleiten, die auf reisende Künstler bei dem steten Verkehr zwischen Italien und Deutschland könnten Eindruck gemacht haben. Ich glaube vielmehr, daß diese Kegelformen auf den frühesten italiänischen Landschaften entweder sehr alte conventionelle Uebertragungen sind aus Berg-Andeutungen in antiken Reliefs und musivischen Arbeiten, oder daß sie als ungeschickt verkürzte Ansichten des Soracte und ähnlicher isolirter Gebirge in der Campagna di Roma betrachtet werden müssen." (Aus einem Briefe von Carl Friedrich von Rumohr an mich im October 1832.) — Um die Kegel- und Spitzberge näher zu bezeichnen, von denen hier die Rede ist, erinnere ich an die phantastische Landschaft, welche in Leonardo da Vinci's allgemein bewundertem Bilde der Mona Lisa (Gemahlin des Francesco del Giocondo) den Hintergrund bildet. — Unter denen, welche in der niederländischen Schule die Landschaft vorzugsweise als eine eigene Gattung ausgebildet haben, sind noch Patenier's Nachfolger Herry de Bles, wegen seines Thier-Monogramms Civetta genannt, und später die Brüder Matthäus und Paul Bril zu erwähnen, die bei ihrem Aufenthalte in Rom große Neigung zu diesem abgesonderten Zweige der Kunst erweckten. In Deutschland behandelte Albrecht Altdorfer, Dürer's Schüler, die Landschaftmalerei noch etwas früher und mit größerem Erfolge als Patenier.

†) Gemalt für die Kirche San Giovanni e Paolo zu Venedig.

diese Anregung, dem erhabenen Zwecke aller Kunst gemäß, die wirklichen Gegenstände in ein Object der Phantasie verwandelt, wenn sich harmonisch in unserm Inneren den Eindruck der Ruhe erzeugt, so ist der Genuß nicht ohne Rührung; sie ergreift das Herz, so oft wir in die Tiefen der Natur oder der Menschheit blicken*). In einem Jahrhundert finden wir zusammengedrängt Claude Lorrain, den idyllischen Maler des Lichts und der duftigen Ferne, Ruysdael's dunkele Waldmassen und sein drohendes Gewölk, die heroischen Baumgestalten von Gaspard und Nicolaus Poussin, die naturwahren Darstellungen von Everdingen, Hobbema und Cuyp†).

In dieser glücklichen Entwicklungsperiode der Kunst ahmte man geistreich nach, was die Vegetation des Nordens von Europa, was das südliche Italien und die iberische Halbinsel darboten. Man schmückte die Landschaft mit Orangen- und Lorbeerbäumen, mit Pinien und Dattelpalmen. Die letzten (das einzige Glied dieser herrlichen Familie, das man außer der kleinen ursprünglich europäischen Strandpalme, Chamaerops, durch eigenen Anblick kannte) wurden meist conventionell mit schlangenartig schuppigem Stamme dargestellt‡); sie dienten lange zum Repräsentanten der ganzen Tropen-Vegetation, wie Pinus pinea nach einem noch sehr verbreiteten Glauben die Vegetation Italiens ausschließlich charakterisiren soll. Die Umrisse hoher Gebirgsketten wurden wenig studirt; ja Schneegipfel, welche sich über grüne Alpenwiesen erheben, wurden damals noch von Naturforschern und Landschaftmalern für unerreichbar gehalten. Die Physiognomik der Felsmassen reizte fast nur da zu einer genaueren Nachbildung an, wo der Gießbach sich schäumend und furchend eine Bahn gebrochen hat. Auch hier ist wieder die Vielseitigkeit eines freien, sich in die ganze Natur versenkenden künstlerischen Geistes zu bezeichnen. Ein Geschichtsmaler, derselbe Rubens, der in seinen großen Jagdstücken das wilde Treiben der Waldthiere mit unnachahmlicher Lebendigkeit geschildert hat, faßte beinahe gleichzeitig die Gestaltung des Erdreichs in der dürren, gänzlich öden, felsigen Hochebene des Escorials mit seltenem Glücke landschaftlich auf||).

Die Darstellung individueller Naturformen, den Theil der Kunst berührend, welcher der eigentliche Gegenstand dieser Blätter ist, konnte an Mannigfaltigkeit und Genauigkeit erst dann zunehmen, als der geographische Gesichtskreis erweitert, das Reisen in ferne Klimate erleichtert und der Sinn für die relative Schönheit und Gliederung der vegetabilischen Gestalten, wie sie in Gruppen natürlicher Familien vertheilt sind, angeregt wurden. Die Entdeckungen von Columbus, Vasco de Gama und Alvarez Cabral in Mittel-Amerika, Süd-Asien und Brasilien, der ausgebreitete Specerei- und Droguen-Handel der Spanier, Portugiesen, Italiäner und Niederländer, die Gründung botanischer, aber noch nicht mit eigentlichen Treibhäusern versehener Gärten in Pisa, Padua und Bologna zwischen 1544 und 1568 machten die Maler allerdings mit vielen wunderbaren Formen exotischer Producte, selbst mit denen der Tropenwelt, bekannt. Einzelne Früchte, Blüthen und Zweige wurden von Johann Breughel, dessen Ruhm schon am Ende des 16ten Jahrhunderts begann, mit anmuthiger Naturtreue dargestellt; aber es fehlte bis kurz vor der Mitte des 17ten Jahrhunderts an Landschaften, welche den individuellen Charakter der heißen Zone, von dem Künstler selbst an Ort und Stelle aufgefaßt, wiedergeben konnten. Das erste

*) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke Bd. IV. S. 37. Vergl. auch über die verschiedenen Stadien des Naturlebens und die durch die Landschaft hervorgerufenen Gemüthsstimmungen Carus in seinen geistreichen Briefen über die Landschaftsmalerei 1831 S. 45.

†) Das große Jahrhundert der Landschaftmalerei ver[illegible] Johann Breughel 1569—1625; Rubens 1577 [illegible]menichino 1581—1641; Philippe de Cham[illegible]—1674; Nicolas Poussin 1594—1655; [illegible]ssin (Dughet) 1613—1675; Claude Lor[illegible]1682; Albert Cuyp 1606—1672; Jan Both 1610—1650; Salvator Rosa 1615—1673; Everdingen 1621—1675; Nicolaus Berghem 1624—1683; Swanevelt 1620—1690; Ruysdael 1635—1681; Minderhoot Hobbema; Jan Wynants; Adriaan van de Velde 1639—1672; Carl Dujardin 1644—1687.

‡) Wunderbar phantastische Darstellungen der Dattelpalme, die in der Mitte der Laubkrone einen Knopf haben, zeigt mir ein altes Bild von Cima da Conegliano aus der Schule des Bellino (Dresdner Gallerie 1835 No. 40).

||) A. a. O. No. 917.

Verdienst einer solchen Darstellung gehört wahrscheinlich, wie mich Waagen belehrt, dem niederländischen Maler Franz Post aus Harlem, der den Prinzen Moritz von Nassau nach Brasilien begleitete, wo dieser, mit den Erzeugnissen der Tropenwelt lebhaft beschäftigte Fürst in den Jahren 1637 bis 1644 holländischer Statthalter in den eroberten portugiesischen Besitzungen war. Post machte viele Jahre lang Studien nach der Natur am Vorgebirge San Augustin, in der Bucht Aller Heiligen, an den Ufern des Rio San Francisco und am unteren Laufe des Amazonenstroms *). Diese Studien wurden von ihm selbst theils als Gemälde ausgeführt, theils mit vielem Geiste radirt. Zu derselben Zeit gehören die in Dänemark (in einer Gallerie des schönen Schlosses Frederiksborg) aufbewahrten sehr ausgezeichneten großen Oelbilder des Malers Eckhout, der 1641 sich ebenfalls mit Prinz Moritz von Nassau an der brasilianischen Küste befand. Palmen, Melonenbäume, Bananen und Heliconien sind überaus charakteristisch abgebildet: auch die Gestalten der Eingeborenen, buntgefiederte Vögel und kleine Quadrupeden.

Solchen Beispielen physiognomischer Naturdarstellung sind bis zu Cook's zweiter Weltumseglung wenige begabte Künstler gefolgt. Was Hodges für die westlichen Inseln der Südsee, was unser verewigter Landsmann Ferdinand Bauer für Neu-Holland und Van Diemens Land geleistet, haben in den neuesten Zeiten in viel größerem Style und mit höherer Meisterschaft für die amerikanische Tropenwelt Moritz Rugendas, der Graf Clarac, Ferdinand Bellermann und Eduard Hildebrandt, für viele andere Theile der Erde Hein-

---

*) Franz Post oder Poost war zu Harlem 1620 geboren. Er starb daselbst 1680. Sein Bruder begleitete ebenfalls den Grafen Moritz von Nassau als Architect. Von den Gemälden waren einige, die Ufer des Amazonenstroms darstellend, in der Bildergallerie von Schleisheim zu sehen; andere sind in Berlin, Hannover und Prag. Die radirten Blätter (in Barläus, Reise des Prinzen Moritz von Nassau, und in der königlichen Sammlung der Kupferstiche zu Berlin, zeugen von schönem Naturgefühl in Auffassung der Küstenform, der Beschaffenheit des Bodens und der Vegetation. Sie stellen dar: Musaceen, Cactus, Palmen, Ficus-Arten mit den bekannten bretterartigen Auswüchsen am Fuß des Stammes, Rhizophora und baumartige Gräser. Die malerische brasilianische Reise endigt (Blatt LV) sonderbar genug mit einem deutschen Kiefernwalde, der das Schloß Dillenburg umgiebt. — Die früher im Texte (S. 232) gemachte Bemerkung über den Einfluß, den die Gründung botanischer Gärten in Oberitalien gegen die Mitte des 16ten Jahrhunderts auf die physiognomische Kenntniß tropischer Pflanzengestaltung kann ausgeübt haben, veranlaßt mich, in dieser Note an die wohlbegründete Thatsache zu erinnern, daß der für die Belebung der Aristotelischen Philosophie und der Naturkunde gleich verdiente Albertus Magnus im 13ten Jahrhunderte im Dominicaner-Kloster zu Cöln wahrscheinlich ein warmes Treibhaus besaß. Der berühmte, schon wegen seiner Sprechmaschine der Zauberkunst verdächtigte Mann gab nämlich am 6. Januar 1249 dem römischen Könige Wilhelm von Holland bei seiner Durchreise ein Fest in einem weiten Raume des Klostergartens, in dem er bei angenehmer Wärme Fruchtbäume und blühende Gewächse den Winter hindurch unterhielt. Die Erzählung dieses Gastmahls ins Wunderbare übertrieben findet sich in der Chronica Joannis de Beka aus der Mitte des 14ten Jahrhunderts. (Beka et Heda de Episcopis Ultrajectinis recogn. ab Arn. Buchelio 1643 p. 79; Jourdain, Recherches critiques sur l'age des traductions d'Aristote 1819 p. 331; Buhle, Gesch. der Philosophie Th. V. S. 296.) Obgleich die Alten, wie einzelne Beispiele aus den Pompejanischen Ausgrabungen lehren, Glasscheiben in Gebäuden anwendeten, so ist bisher doch wohl nichts aufgefunden worden, was in der antiken Kunstgärtnerei den Gebrauch von erwärmten Glas- und Treibhäusern bezeugte. Die Wärmeleitung der caldaria in Bädern hätte auf Anlegung solcher Treibereien und der Gewächshäuser leiten können, aber bei der Kürze des griechischen und italiänischen Winters wurde das Bedürfniß der künstlichen Wärme im Gartenbau weniger gefühlt. Die Adonisgärten (κῆποι Ἀδώνιδος) für den Sinn des Adonisfestes so bezeichnend, waren nach Böckh „Pflanzungen in kleinen Töpfen, die ohne Zweifel den Garten darstellen sollten, in welchem Aphrodite sich zum Adonis gesellte, dem Symbol der schnell hinwelkenden Jugendblüthe, des üppigen Wachsthums und des Vergehens. Die Adonien waren also ein Trauerfest der Weiber, eines jener Feste, durch welche das Alterthum die hinsterbende Natur betrauerte. Wie wir von Treibhauspflanzen reden, im Gegensatze des Naturwüchsigen, so haben die Alten oft sprüchwörtlich das Wort Adonisgarten gebraucht, um damit schnell Emporgesprossenes, aber nicht zu tüchtiger Reife und Dauer Gediehenes zu bezeichnen. Die Pflanzen, nicht vielfarbige Blumen, nur Lattich, Fenchel, Gerste und Weizen, wurden mit emsiger Pflege zu schnellem Wachsthum gebracht; auch nicht im Winter, sondern im vollen Sommer, und in einer Zeit von acht Tagen." Creuzer (Symbolik und Mythologie Th. II. 1841 S. 427, 430, 479 und 481) glaubt indeß, daß zur Beschleunigung des Wachsthums der Pflanzen in den Adonisgärtchen „starke natürliche und auch wohl künstliche Wärme im Zimmer angewendet wurde." — Der Klostergarten des Dominikaner-Klosters in Cöln erinnert übrigens an ein grönländisches oder isländisches Kloster des heil. Thomas, dessen immer schneeloser Garten durch natürliche heiße Quellen erwärmt war, wie die Fratelli Zeni in ihren, freilich der geographischen Oertlichkeit nach sehr problematischen Reisen (1388—1404) berichten. (Vergl. Zurla, Viaggiatori Veneziani T. II. p. 63—69 und Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 127. — In unseren botanischen Gärten scheint die Anlage eigentlicher Treibhäuser viel neuer zu sein, als man gewöhnlich glaubt. Reife Ananas wurden erst am Ende des 17ten Jahrhunderts erzielt (Beckmann, Geschichte der Erfindungen Bd. IV. S. 287); ja Linné behauptet sogar in der Musa Cliffortiana florens Hartecampi, daß man Pisang in Europa zum ersten Male zu Wien im Garten des Prinzen Eugen 1731 habe blühen sehen.

verhältnisse nicht erreichen würden. In Südamerika liegen volkreiche Städte fast bis zu 13000 Fuß Höhe über der Meeresfläche. Von da hinab bieten sich dem Auge alle klimatischen Abstufungen der Pflanzenformen dar. Wie viel ist nicht von malerischen Studien der Natur zu erwarten, wenn, nach geendigtem Bürgerzwiste und hergestellten freien Verfassungen, endlich einmal Kunstsinn in jenen Hochländern erwacht!

Alles, was sich auf den Ausdruck der Leidenschaften, auf die Schönheit menschlicher Form bezieht, hat in der temperirten nördlichen Zone, unter dem griechischen und hesperischen Himmel, seine höchste Vollendung erreichen können; aus den Tiefen seines Gemüths wie aus der sinnlichen Anschauung des eigenen Geschlechts ruft, schöpferisch frei und nachbildend zugleich, der Künstler die Typen historischer Darstellungen hervor. Die Landschaftmalerei, welche eben so wenig bloß nachahmend ist, hat ein mehr materielles Substratum, ein mehr irdisches Treiben. Sie bedarf einer großen Masse und Mannigfaltigkeit unmittelbar sinnlicher Anschauung, die das Gemüth in sich aufnehmen und, durch eigene Kraft befruchtet, den Sinnen wie ein freies Kunstwerk wiedergeben soll. Der große Styl der heroischen Landschaft ist das Ergebniß einer tiefen Naturauffassung und jenes inneren geistigen Processes.

Allerdings ist die Natur in jedem Winkel der Erde ein Abglanz des Ganzen. Die Gestalten des Organismus wiederholen sich in anderen Verbindungen. Auch der eisige Norden erfreut sich Monate lang der krautbedeckten Erde, großblüthiger Alpenpflanzen und milder Himmelsbläue. Nur mit den einfacheren Gestalten der heimischen Floren vertraut, darum aber nicht ohne Tiefe des Gefühls und Fülle schöpferischer Einbildungskraft, hat bisher unter uns die Landschaftmalerei ihr anmuthiges Werk vollbracht. Bei dem Vaterländischen und dem Eingebürgerten des Pflanzenreichs verweilend, hat sie einen engeren Kreis durchlaufen; aber auch in diesem fanden hochbegabte Künstler, die Carracci, Gaspard Poussin, Claude Lorrain und Ruysdael Raum genug, um durch Wechsel der Baumgestalten und der Beleuchtung die glücklichsten und mannigfaltigsten Schöpfungen zauberisch hervorzurufen. Was die Kunst noch zu erwarten hat und worauf ich hindeuten mußte, um an den alten Bund des Naturwissens mit der Poesie und dem Kunstgefühl zu erinnern, wird den Ruhm jener Meisterwerke nicht schmälern; denn, wie wir schon oben bemerkt, in der Landschaftmalerei und in jedem anderen Zweige der Kunst ist zu unterscheiden zwischen dem, was beschränkterer Art die sinnliche Anschauung und die unmittelbare Beobachtung erzeugt, und dem, was Unbegrenztes aus der Tiefe der Empfindung und der Stärke idealisirender Geisteskraft aufsteigt. Das Großartige, was dieser schöpferischen Geisteskraft die Landschaftmalerei, als eine mehr oder minder begeisterte Naturdichtung, verdankt (ich erinnere hier an die Stufenfolge der Bauformen von Ruysdael und Everdingen durch Claude Lorrain bis zu Poussin und Hannibal Carracci hinauf), ist, wie der mit Phantasie begabte Mensch, etwas nicht an den Boden gefesseltes. Bei den großen Meistern der Kunst ist die örtliche Beschränkung nicht zu spüren; aber Erweiterung des sinnlichen Horizonts, Bekanntschaft [illegible]ren und größeren Naturformen, mit der üppigen Lebensfülle der Tropenwelt gew[illegible]ortheil, daß sie nicht bloß auf die Bereicherung des materiellen Substrats der[illegible]alerei, sondern auch dahin wirken bei minder begabten Künstlern die Emp[illegible]ger anzuregen und so die schaffende Kraft zu erhöhen.

[illegible]aubt, hier an die Betrachtungen zu erinnern, welche ich fast vor einem hal[illegible]te in einer wenig gelesenen Abhandlung: Ideen zu einer Physio[illegible]Gewächse*) mitgetheilt habe, Betrachtungen, die in dem innigsten Zu[illegible]mit den eben behandelten Gegenständen stehen. Wer die Natur mit einem [illegible]assen und von Localphänomenen zu abstrahiren weiß, der erkennt, wie mit

*) [illegible]dt, Ansichten der Natur, 2te Ausg. [illegible].7, 16, 21, 36 und 42. Vergl. auch [illegible]iche Schriften: Friedrich von Martius, Physiognomie des Pflanzenreiches in Brasilien 1824 und M. von Olfers, allgemeine Uebersicht von Brasilien in Feldner's Reisen 1828 Th. I. S. 18—23.

Zunahme der belebenden Wärme von den Polen zum Aequator hin sich auch allmälig
organische Kraft und die Lebensfülle vermehren. Der Zauber der Natur nimmt in ein
geringeren Maaße noch vom nördlichen Europa nach den schönen Küstenländern des M
telmeeres, als von der iberischen Halbinsel, von Süd-Italien und Griechenland gegen
Tropenwelt zu. Ungleich ist der Teppich gewebt, den die blüthenreiche Flora über
nackten Erdkörper ausbreitet: dichter, wo die Sonne höher an dem dunkel-reinen
von lichtem Gewölk umflorten Himmel emporsteigt; lockerer gegen den trüben Norden
wo der wiederkehrende Frost bald die entwickelte Knospe tödtet, bald die reifende Frucht
hascht. Wenn in der kalten Zone die Baumrinde mit dürren Flechten oder mit Laubm
sen bedeckt ist, so beleben, in der Zone der Palmen und der feingefiederten baumarti
Farren, Cymbidium und duftende Vanille den Stamm der Anacardien und riesenmäßi
Ficus-Arten. Das frische Grün der Dracontien und der tief eingeschnittenen Pothosbl
ter contrastirt mit den vielfarbigen Blüthen der Orchideen; rankende Bauhinien, Passiflo
und gelbblühende Banisterien umschlingen, weit und hoch durch die Lüfte steigend,
Stamm der Waldbäume; zarte Blumen entfalten sich aus den Wurzeln der Theobrom
wie aus der dichten und rauhen Rinde der Crescentien und der Gustavia. Bei dieser F
von Blüthen und Blättern, bei diesem üppigen Wuchse und der Verwirrung rankender
wächse wird es oft dem Naturforscher schwer zu erkennen, welchem Stamme Blüthen
Blätter zugehören; ja ein einzelner Baum, mit Paullinien, Bignonien und Dendrobi
geschmückt, bietet eine Fülle von Pflanzen dar, die, von einander getrennt, einen beträ
lichen Flächenraum bedecken würden.

Aber jedem Erdstrich sind eigene Schönheiten vorbehalten: den Tropen Mannigfal
keit und erhabene Größe der Pflanzengestalten, dem Norden der Anblick der Wiesen
das periodische, langersehnte Wiedererwachen der Natur beim ersten Wehen milder Fr
lingslüfte. So wie in den Musaceen (Pisanggewächsen) die höchste Ausdehnung, so is
den Casuarinen und in den Nadelhölzern die höchste Zusammenziehung der Blattgefä
Tannen, Thuja und Cypressen bilden eine nordische Form, welche in den ebenen Gegen
der Tropen sehr selten ist. Ihr ewig frisches Grün erheitert die öde Winterlandschaft;
verkündet gleichsam den nordischen Völkern, daß, wenn Schnee und Eis den Boden bedec
das innere Leben der Pflanzen wie das prometheische Feuer nie auf unserem Planeten erlis

Jede Vegetationszone hat außer den ihr eigenen Vorzügen auch ihren eigenthümli
Charakter, ruft andere Eindrücke in uns hervor. Wer fühlt sich nicht, um an uns
vaterländische Pflanzenformen zu erinnern, anders gestimmt in dem dunklen Schatten
Buchen, auf Hügeln, die mit einzelnen Tannen bekränzt sind, und auf der weiten Gras
wo der Wind in dem zitternden Laube der Birken säuselt? So wie man an einzel
organischen Wesen eine bestimmte Physiognomie erkennt, wie beschreibende Botanik
Zoologie im engeren Sinne des Worts Zergliederung der Thier- und Pflanzenformen s
so giebt es auch eine gewisse Naturphysiognomie, welche jedem Himmelsstriche a
schließlich zukommt. Was der Künstler mit den Ausdrücken: Schweizernatur, italiänis
Himmel bezeichnet, gründet sich auf das dunkle Gefühl eines localen Naturcharakt
Himmelsbläue, Wolkengestaltung, Duft, der auf der Ferne ruht, Saftfülle der Kräu
Glanz des Laubes, Umriß der Berge sind die Elemente, welche den Totaleindruck einer
gend bestimmen. Diesen aufzufassen und anschaulich wiederzugeben ist die Aufgabe
Landschaftmalerei. Dem Künstler ist es verliehen die Gruppen zu zergliedern, und u
seiner Hand löst sich (wenn ich den figürlichen Ausdruck wagen darf) das große Zauber
der Natur, gleich den geschriebenen Werken der Menschen, in wenige einfache Züge au

Aber auch in dem jetzigen unvollkommenen Zustande bildlicher Darstellungen der La
schaft, die unsere Reiseberichte als Kupfer begleiten, ja nur zu oft verunstalten, haben
doch nicht wenig zur physiognomischen Kenntniß ferner Zonen, zu dem Hang nach Re
in die Tropenwelt und zu thätigerem Naturstudium beigetragen. Die Vervollkommn

der Landschaftmalerei in großen Dimensionen (als Decorationsmalerei, als Panorama, Diorama und Neorama) hat in neueren Zeiten zugleich die Allgemeinheit und die Stärke des Eindrucks vermehrt. Was Vitruvius und der Aegyptier Julius Pollux als „ländliche (satyrische) Verzierungen der Bühne" schildern, was in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts, durch Serlio's Coulissen-Einrichtungen, die Sinnestäuschung vermehrte, kann jetzt, seit Prevost's und Daguerre's Meisterwerken, in Parker'schen Rundgemälden, die Wanderung durch verschiedenartige Klimate fast ersetzen. Die Rundgemälde leisten mehr als die Bühnentechnik, weil der Beschauer, wie in einen magischen Kreis gebannt und aller störenden Realität entzogen, sich von der fremden Natur selbst umgeben wähnt. Sie lassen Erinnerungen zurück, die nach Jahren sich vor der Seele mit den wirklich gesehenen Naturscenen wundersam täuschend vermengen. Bisher sind Panoramen, welche nur wirken, wenn sie einen großen Durchmesser haben, mehr auf Ansichten von Städten und bewohnten Gegenden als auf solche Scenen angewendet worden, in denen die Natur in wilder Ueppigkeit und Lebensfülle prangt. Physiognomische Studien, an den schroffen Berggehängen des Himalaya und der Cordilleren oder in dem Inneren der indischen und südamerikanischen Flußwelt entworfen, ja durch Lichtbilder berechtigt, in denen nicht das Laubdach, aber die Form der Riesenstämme und der charakteristischen Verzweigung sich unübertrefflich darstellt, würden einen magischen Effect hervorbringen.

Alle diese Mittel, deren Aufzählung recht wesentlich in ein Buch vom Kosmos gehört, sind vorzüglich geeignet die Liebe zum Naturstudium zu erhöhen; ja die Kenntniß und das Gefühl von der erhabenen Größe der Schöpfung würden kräftig vermehrt werden, wenn man in großen Städten neben den Museen, und wie diese dem Volke frei geöffnet, eine Zahl von Rundgebäuden aufführte, welche wechselnd Landschaften aus verschiedenen geographischen Breiten und aus verschiedenen Höhezonen darstellten. Der Begriff eines Naturganzen, das Gefühl der Einheit und des harmonischen Einklanges im Kosmos werden um so lebendiger unter den Menschen, als sich die Mittel vervielfältigen die Gesammtheit der Naturerscheinungen zu anschaulichen Bildern zu gestalten.

III. Cultur von Tropengewächsen — Contrastirende Zusammenstellung der Pflanzengestalten — Eindruck des physiognomischen Charakters der Vegetation, so weit Pflanzungen diesen Eindruck hervorbringen können.

Die Wirkung der Landschaftmalerei ist, trotz der Vervielfältigung ihrer Erzeugnisse durch Kupferstiche und durch die neueste Vervollkommnung der Lithographie, doch beschränkter und minder anregend als der Eindruck, welchen der unmittelbare Anblick exotischer Pflanzengruppen in Gewächshäusern und freien Anlagen auf die für Naturschönheit empfänglichen Gemüther macht. Ich habe mich schon früher auf meine eigene Jugenderfahrung berufen; ich habe daran erinnert, wie der Anblick eines colossalen Drachenbaums und einer Fächerpalme in einem alten Thurme des botanischen Gartens bei Berlin den ersten Keim unwiderstehlicher Sehnsucht nach fernen Reisen in mich gelegt hatte. Wer ernst in seinen Erinnerungen zu dem hinaufsteigen kann, was den ersten Anlaß zu einer ganzen Lebensbestimmung gab, wird diese Macht sinnlicher Eindrücke nicht verkennen.

Ich unterscheide hier den pittoresken Eindruck der Pflanzengestaltung von den Hülfsmitteln des anschaulichen botanischen Studiums; ich unterscheide Pflanzengruppen, die durch Größe und Masse sich auszeichnen (an einander gedrängte Gruppen von Pisang und Heliconien, abwechselnd mit Corypha-Palmen, Araucarien und Mimosaceen; moosbedeckte Stämme, aus denen Dracontien, feinlaubige Farnkräuter und blüthenreiche Orchideen hervorsprossen), von der Fülle einzeln stehender niederer Kräuter, welche familienweise in Reihen zum Unterricht in der beschreibenden und systematischen Botanik cultivirt werden.

Dort ist die Betrachtung vorzugsweise geleitet auf die üppige Entwickelung der Vegetation in Cecropien, Carolineen und leichtgefiederten Bambusen; auf die malerische Zusammenstellung großer und edler Formen, wie sie den oberen Orinoco oder die von Martius und Eduard Pöppig so naturwahr beschriebenen Waldufer des Amazonenflusses und des Huallaga schmücken; auf die Eindrücke, welche das Gemüth mit Sehnsucht nach den Ländern erfüllen, in denen der Strom des Lebens reicher fließt und deren Herrlichkeit unsere Gewächshäuser (einst Krankenanstalten für halbbelebte gährende Pflanzenstoffe) in schwachem, doch freudigem Abglanze darbieten.

Der Landschaftmalerei ist es allerdings gegeben ein reicheres, vollständigeres Naturbild zu liefern, als die künstlichste Gruppirung cultivirter Gewächse es zu thun vermag. Die Landschaftmalerei gebietet zauberisch über Masse und Form. Fast unbeschränkt im Raume, verfolgt sie den Saum des Waldes bis in den Duft der Ferne; sie stürzt den Bergstrom herab von Klippe zu Klippe, und ergießt das tiefe Blau des tropischen Himmels über die Gipfel der Palmen wie über die wogende, den Horizont begrenzende Grasflur. Die Beleuchtung und die Färbung, welche das Licht des dünnverschleierten oder reinen Himmels unter den Wendekreisen über alle irdischen Gegenstände verbreitet, giebt der Landschaftmalerei, wenn es dem Pinsel gelingt, diesen milden Lichteffect nachzuahmen, eine eigenthümliche, geheimnißvolle Macht. Bei tiefer Kenntniß von dem Wesen des griechischen Trauerspiels hat man sinnig den Zauber des Chors in seiner allvermittelnden Wirkungsweise mit dem Himmel in der Landschaft verglichen*).

Die Vervielfältigung der Mittel, welche der Malerei zu Gebote steht, um die Phantasie anzuregen und die großartigsten Erscheinungen von Meer und Land gleichsam auf einen kleinen Raum zu concentriren, ist unseren Pflanzungen und Gartenanlagen versagt; aber wo in diesen der Totaleindruck des Landschaftlichen geringer ist, entschädigen sie im einzelnen durch die Herrschaft, welche überall die Wirklichkeit über die Sinne ausübt. Wenn man in dem Palmenhause von Loddiges oder in dem der Pfaueninsel bei Potsdam (einem Denkmal von dem einfachen Naturgefühl unseres edlen, hingeschiedenen Monarchen) von dem hohen Altane bei heller Mittagssonne auf die Fülle schilf- und baumartiger Palmen herabblickt, so ist man auf Augenblicke über die Oertlichkeit, in der man sich befindet, vollkommen getäuscht. Man glaubt unter dem Tropen-Klima selbst, von dem Gipfel eines Hügels herab, ein kleines Palmengebüsch zu sehen. Man entbehrt freilich den Anblick der tiefen Himmelsbläue, den Eindruck einer größeren Intensität des Lichtes; dennoch ist die Einbildungskraft hier noch thätiger, die Illusion größer als bei dem vollkommensten Gemälde. Man knüpft an jede Pflanzenform die Wunder einer fernen Welt; man vernimmt das Rauschen der fächerartigen Blätter, man sieht ihre wechselnd schwindende Erleuchtung, wenn von kleinen Luftströmen sanft bewegt, die Palmengipfel wogend einander berühren. So groß ist der Reiz, den die Wirklichkeit gewähren kann, wenn auch die Erinnerung an die künstliche Treibhaus-Pflege wiederum störend einwirkt. Vollkommenes Gedeihen und Freiheit sind unzertrennliche Ideen auch in der Natur; und für den eifrigen, vielgereisten Botaniker haben die getrockneten Pflanzen eines Herbariums, wenn sie auf den Cordilleren von Südamerika oder in den Ebenen Indiens gesammelt wurden, oft mehr Werth als der Anblick derselben Pflanzenart, wenn sie einem europäischen Gewächshause entnommen ist. Die Cultur verwischt etwas von dem ursprünglichen Naturcharakter: sie stört in der gefesselten Organisation die freie Entwickelung der Theile.

Die physiognomische Gestaltung der Gewächse und ihre contrastirende Zusammenstellung ist aber nicht bloß ein Gegenstand des Naturstudiums oder ein Anregungsmittel zu demselben; die Aufmerksamkeit, welche man der Pflanzenphysiognomik schenkt, ist auch von großer Wichtigkeit für die Landschaft-Gärtnerei, d. h. für die Kunst eine Garten-

*) Wilhelm von Humboldt in seinem Briefwechsel mit Schiller 1830 S. 470.

Landschaft zu componiren. Ich widerstehe der Versuchung, in dieses, freilich nahe gelegene Feld überzuschweifen, und begnüge mich hier nur in Erinnerung zu bringen, daß, wie wir bereits in dem Anfange dieser Abhandlung Gelegenheit fanden die häufigeren Ausbrüche eines tiefen Naturgefühls bei den semitischen, indischen und iranischen Völkern zu preisen, so uns auch die Geschichte die frühesten Parkanlagen im mittleren und südlichen Asien zeige. Semiramis hatte am Fuß des Berges Bagistanos Gärten anlegen lassen, welche Diodor beschreibt*) und deren Ruf Alexander, auf seinem Zuge von Kelonä nach den Nysäischen Pferdeweiden, veranlaßte sich von dem geraden Wege zu entfernen. Die Parkanlagen der persischen Könige waren mit Cypressen geschmückt, deren obeliskenartige Gestalt an Feuerflammen erinnerte und die deshalb nach der Erscheinung des Zerduscht (Zoroaster) zuerst von Gutschtasp um das Heiligthum der Feuertempel gepflanzt wurden. So leitete die Baumform selbst auf die Mythe von dem Ursprunge der Cypresse aus dem Paradiese†). Die asiatischen irdischen Paradiese (παράδεισοι) hatten schon früh einen Ruf in den westlichen Ländern‡); ja der Baumdienst steigt bei den Iraniern bis zu den Vorschriften des Hom, des im Zend-Avesta angerufenen Verkünders des alten Gesetzes, hinauf. Man kennt aus Herodot die Freude, welche Xerxes noch an der großen Platane in Lydien hatte||), die er mit goldenem Schmuck beschenkte und der er in der Person eines der „zehntausend Unsterblichen" einen eigenen Wächter gab. Die uralte Verehrung der Bäume hing, wegen des erquickenden und feuchten Schattens eines Laubdaches, mit dem Dienste der heiligen Quellen zusammen.

In einen solchen Kreis des ursprünglichen Naturdienstes gehören bei den hellenischen Völkern der Ruf des wundergroßen Palmbaums auf Delos wie der einer alten Platane in Arcadien. Die Buddhisten auf Ceylon verehren den colossalen indischen Feigenbaum (Banyane) von Anurahdepura. Es soll derselbe aus Zweigen des Urstammes entsprossen sein, unter welchem Buddha, als Bewohner des alten Magadha, in Seligkeit (Selbstverlöschung, nirwâna) versunken war¶). So wie einzelne Bäume wegen ihrer schönen Gestalt ein Gegenstand der Heiligung waren, so wurden es Gruppen von Bäumen als Haine der Götter. Pausanias ist voll des Lobes von einem Haine des Apollotempels zu Grynion in Aeolis**); der Hain von Kolonos wird in dem berühmten Chore des Sophokles gefeiert.

---

*) Diodor II, 13. Er giebt aber dem berühmten Garten der Semiramis nur 12 Stadien im Umkreise. Die Paßgegend des Bagistanos heißt noch der Bogen oder Umfang des Gartens, Tauk-i Bostan (Droysen, Gesch. Alexanders des Großen 1833 S. 553.)

†) Im Schahnameh des Firdusi heißt es: „Eine schlanke Cypresse, dem Paradiese entsprossen, pflanzte Zerduscht vor die Thür des Feuertempels (zu Kischmer in Chorasan). Geschrieben hatte er auf diese hohe Cypresse: Guschtasp habe angenommen den guten Glauben; ein Zeuge ward somit der schlanke Baum; so verbreitet Gott die Gerechtigkeit. Als viele Jahre darüber verflossen waren, entfaltete sich die hohe Cypresse und ward so groß, daß des Jägers Fangschnur ihren Umfang nicht befaßte. Als ihren Gipfel vielfaches Gezweige umgab, umschloß er sie mit einem Pallast von reinem Golde .... und ließ ausbreiten in der Welt: wo auf Erden giebt es eine Cypresse wie die von Kischmer? Aus dem Paradiese sandte sie mir Gott und sprach: neige dich von dort zum Paradiese." Als der Chalif Motewekkil die den Magiern hielige Cypresse abhauen ließ, gab man ihr ein Alter von 1450 Jahren.) Vergl. Vullers, Fragmente über die Religion des Zoroaster 1831 S. 71 und 114; Ritter, Erdkunde Th. VI, 1. S. 242. Die ursprüngliche Heimath der Cypresse (arab. Ararholz, persisch serw kohi) scheinen die Gebirge von Busih westlich von Herat zu sein; s. Edrisi, Géogr. trad. par. Jaubert 1836 T. I. p. 464.

‡) Achill Tat. I, 25; Longus Past. IV p. 108 Schäfer. „Gesenius Thes. linguae hebr. T. II. p. 1124) stellt sehr richtig die Ansicht auf, daß das Wort Paradies ursprünglich der alt-persischen Sprache angehört habe; in der neu-persischen Sprache ist sein Gebrauch verloren gegangen. Firdusi (obgleich sein Name selbst daher genommen) bedient sich gewöhnlich nur des Wortes behischt; aber für den alt-persischen Ursprung zeugen sehr ausdrücklich Pollux im Onomast. IX, 3 und Xenophon, Oecon. 4, 13 und 21; Anab. I. 2, 7 und I. 4, 10; Cyrop. I. 4, 5. Als Lustgarten oder Garten ist wahrscheinlich aus dem Persischen das Wort in das Hebräische (pardês Cant. 4, 13; Nehem. 2, 8 und Eccl. 2, 5), Arabische (firdaus, Plur. farâdisu, vergl. Alcoran 23, 11 und Luc. 23, 43), Syrische und Armenische (partês, s. Ciakciak, Dizionario armeno 1837 p. 1194 und Schröder, Thes. ling. armen. 1711 praef. p. 56) übergegangen. Die Ableitung des persischen Wortes aus dem Sanskrit (pradêsa oder paradêsa, Bezirk, Gegend oder Ausland), welche Benfey (Griech. Wurzel-Lexikon Bd. I. 1839 S. 138), Bohlen und Gesenius auch schon anführen, trifft der Form nach vollkommen, der Bedeutung nach aber wenig zu." — Buschmann.

||) Herod. VII, 31 (zwischen Kallatebus und Sardes).

¶) Ritter, Erdkunde Th. IV, 2. S. 237, 251 und 681; Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 260.

**) Pausanias I. 21, 9. Vergl. auch Arboretum sacrum in Meursii Opp. ex recensione Joann. Lami Vol. X (Florent. 1753) p. 777—844.

Wie nun das Naturgefühl sich in der Auswahl und sorgfältigen Pflege geheiligter Gegenstände des Pflanzenreichs aussprach, so offenbarte es sich noch lebendiger und mannigfaltiger in den Gartenanlagen früh cultivirter ostasiatischer Völker. In dem fernsten Theile des alten Continents scheinen die chinesischen Gärten sich am meisten dem genähert zu haben, was wir jetzt englische Parks zu nennen pflegen. Unter der siegreichen Dynastie der Han hatten freie Gartenanlagen so viele Meilen im Umfange, daß der Ackerbau durch sie gefährdet*) und das Volk zum Aufruhr angeregt wurde. „Was sucht man," sagt ein alter chinesischer Schriftsteller, Lieu-tscheu, „in der Freude an einem Lustgarten? In allen Jahrhunderten ist man darin übereingekommen, daß die Pflanzung den Menschen für alles Anmuthige entschädigen soll, was ihm die Entfernung von dem Leben in der freien Natur, seinem eigentlichen und liebsten Aufenthalte, entzieht. Die Kunst den Garten anzulegen besteht also in dem Bestreben Heiterkeit (der Aussicht), Ueppigkeit des Wachsthums, Schatten, Einsamkeit und Ruhe so zu vereinigen, daß durch den ländlichen Anblick die Sinne getäuscht werden. Die Mannigfaltigkeit, welche der Hauptvorzug der freien Landschaft ist, muß also gesucht werden in der Auswahl des Bodens, in dem Wechsel von Hügelketten und Thalschluchten, von Bächen und Seen, die mit Wasserpflanzen bedeckt sind. Alle Symmetrie ist ermüdend; Ueberdruß und Langeweile werden in Gärten erzeugt, in welchen jede Anlage Zwang und Kunst verräth†)." Eine Beschreibung, welche uns Sir George Staunton von dem großen kaiserlichen Garten von Zhe-hol‡) nördlich von der chinesischen Mauer gegeben hat, entspricht jenen Vorschriften des Lieu-tscheu: Vorschriften, denen einer unserer geistreichen Zeitgenossen, der Schöpfer des anmuthigen Parks von Muskau||), seinen Beifall nicht versagen wird.

In dem großen beschreibenden Gedichte, in welchem der Kaiser Kien-long um die Mitte des verflossenen Jahrhunderts die ehemalige mandschuische Residenzstadt Mukden und die Gräber seiner Vorfahren verherrlichen wollte, spricht sich ebenfalls die innigste Liebe zu einer freien, durch die Kunst nur sehr theilweise verschönerten Natur aus. Der poetische Herrscher weiß in gestaltender Anschaulichkeit zu verschmelzen die heiteren Bilder von der üppigen Frische der Wiesen, von waldbekränzten Hügeln und friedlichen Menschenwohnungen mit dem ernsten Bilde der Grabstätte seiner Ahnherrn. Die Opfer, welche er diesen bringt, nach den von Confucius vorgeschriebenen Riten, die fromme Erinnerung an die hingeschiedenen Monarchen und Krieger sind der eigentliche Zweck dieser merkwürdigen Dichtung. Eine lange Aufzählung der wildwachsenden Pflanzen, wie der Thiere, welche die Gegend beleben, ist, wie alles didactische, ermüdend; aber das Verweben des sinnlichen Eindrucks von der Landschaft, die gleichsam nur als Hintergrund des Gemäldes dient, mit erhabenen Objecten der Ideenwelt, mit der Erfüllung religiöser Pflichten, mit Erwähnung großer geschichtlicher Ereignisse giebt der ganzen Composition einen eigenthümlichen Charakter. Die bei dem chinesischen Volke so tief eingewurzelte Heiligung der Berge führt Kien-long zu sorgfältigen Schilderungen der Physiognomik der unbelebten Natur, für welche die Griechen und Römer keinen Sinn hatten. Auch die Gestaltung der einzelnen Bäume, die Art ihrer Verzweigung, die Richtung der Aeste, die Form ihres Laubes werden mit besonderer Vorliebe behandelt¶).

Wenn ich der, leider! zu langsam unter uns verschwindenden Abneigung gegen die chinesische Literatur nicht nachgebe und bei den Naturansichten eines Zeitgenossen Friedrichs

---

*) Notice historique sur les Jardins des Chinois in den Mémoires concernant les Chinois T. VIII. p. 309.

†) A. a. O. p. 318—320.

‡) Sir George Staunton, Account of the Embassy of the Earl of Macartney to China Vol. II. p. 245.

||) Fürst von Pückler-Muskau, Andeutungen über Landschaftsgärtnerei 1834; vergl. damit seine malerischen Beschreibungen der alten und neuen englischen Parks wie die der ägyptischen Gärten von Schubra.

¶) Eloge de la Ville de Moukden, poëme composé par l'Empereur Kien-long, traduit par le P. Amiot 1770 p. 18, 22—25, 37, 63—86, 73—87, 104 und 120.

des Großen nur zu lange verweilt bin, so ist es hier um so mehr meine Pflicht sieben und ein halbes Jahrhundert weiter hinaufzusteigen und an das Gartengedicht des See-ma-kuang, eines berühmten Staatsmannes, zu erinnern. Die Anlagen, welche das Gedicht beschreibt, sind freilich theilweise voller Baulichkeiten, nach Art der alten italischen Villen; aber der Minister besingt auch eine Einsiedelei, die zwischen Felsen liegt und von hohen Tannen umgeben ist. Er lobt die freie Aussicht auf den breiten, vielbeschifften Strom Kiang; er fürchtet selbst die Freunde nicht, wenn sie kommen, ihm ihre Gedichte vorzulesen weil sie auch die seinigen anhören *). See-ma-kuang schrieb um das Jahr 1086, als in Deutschland die Poesie, in den Händen einer rohen Geistlichkeit, nicht einmal in der vaterländischen Sprache auftrat.

Damals, und vielleicht ein halbes Jahrtausend früher, waren die Bewohner von China, Hinterindien und Japan schon mit einer großen Mannigfaltigkeit von Pflanzenformen bekannt. Der innige Zusammenhang, welcher sich zwischen den buddhistischen Mönchsanstalten erhielt, übte auch in diesem Punkte seinen Einfluß aus. Tempel, Klöster und Begräbnißplätze wurden von Gartenanlagen umgeben, welche mit ausländischen Bäumen und einem Teppich vielfarbiger, vielgestalteter Blumen geschmückt waren. Indische Pflanzen wurden früh schon nach China, Korea und Nipon verbreitet. Siebold, dessen Schriften einen weitumfassenden Ueberblick aller japanischen Verhältnisse liefern, hat zuerst auf die Ursach einer Vermischung der Floren entlegener buddhistischer Länder aufmerksam gemacht †).

Der Reichthum von charakteristischen Pflanzenformen, welche unsere Zeit der wissenschaftlichen Beobachtung wie der Landschaftmalerei darbietet, muß lebhaft anreizen den Quellen nachzuspüren, welche uns diese Erkenntniß und diesen Naturgenuß bereiten. Die Aufzählung dieser Quellen bleibt der nächstfolgenden Abtheilung dieses Werkes, der Geschichte der Weltanschauung, vorbehalten. Hier kam es darauf an in dem Reflex der Außenwelt auf das Innere des Menschen, auf seine geistige Thätigkeit und seine Empfindungsweise die Anregungsmittel zu schildern, welche bei fortschreitender Cultur so mächtig auf die Belebung des Naturstudiums eingewirkt haben. Die urtiefe Kraft der Organisation fesselt, trotz einer gewissen Freiwilligkeit im Entfalten einzelner Theile, alle thierische und vegetabilische Gestaltung an feste, ewig wiederkehrende Typen; sie bestimmt in jeder Zone den ihr eingeprägten, eigenthümlichen Charakter, d. i. die Physiognomik der Natur. Deshalb gehört es unter die schönsten Früchte europäischer Völkerbildung, daß es dem Menschen möglich geworden, sich fast überall, wo ihn schmerzliche Entbehrung bedroht, durch Cultur und Gruppirung exotischer Gewächse, durch den Zauber der Landschaftmalerei und durch die Kraft des begeisterten Wortes einen Theil des Naturgenusses zu verschaffen, den auf fernen, oft gefahrvollen Reisen durch das Innere der Continente die wirkliche Anschauung gewährt.

---

*) Mémoires concernant les Chinois T. II. p. 643—650.

†) Ph. Fr. von Siebold, Kruidkundige Naamlijst van japansche en chineesche Planten 1844 p. 4. Welch ein Abstand, wenn man die Mannigfaltigkeit der in Ost-Asien seit so vielen Jahrhunderten cultivirten Pflanzenformen mit dem Material vergleicht, das Columella in seinem nüchternen Gedichte de cultu hortorum (v. 95—105, 174—176, 255—271, 295—306) aufzählt und auf welches zu Athen die berühmtesten Kranzwinderinnen beschränkt waren! Erst unter den Ptolemäern scheint in Aegypten, besonders in Alexandrien, das Bestreben nach Mannigfaltigkeit und Winter-Cultur bei den Kunstgärtnern größer geworden zu sein. (Vergl. Athen. V p. 196.)

Geschichte der physischen Weltanschauung.

Hauptmomente der allmäligen Entwickelung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos als einem Naturganzen.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung ist die Geschichte der Erkenntniß eines Naturganzen, die Darstellung des Strebens der Menschheit, das Zusammenwirken der Kräfte in dem Erd- und Himmelsraume zu begreifen; sie bezeichnet demnach die Epochen des Fortschrittes in der Verallgemeinerung der Ansichten, sie ist ein Theil der Geschichte unserer Gedankenwelt, in so fern dieser Theil sich auf die Gegenstände sinnlicher Erscheinung, auf die Gestaltung der geballten Materie und die ihr inwohnenden Kräfte bezieht.

In dem ersten Buche dieses Werkes, in dem Abschnitt über die Begrenzung und wissenschaftliche Behandlung einer physischen Weltbeschreibung, glaube ich deutlich entwickelt zu haben, wie die einzelnen Naturwissenschaften sich zur Weltbeschreibung, d. h. zur Lehre vom Kosmos (vom Weltganzen), verhalten, wie diese Lehre aus jenen Disciplinen nur die Materialien zu ihrer wissenschaftlichen Begründung schöpfe*). Die Geschichte der Erkenntniß des Weltganzen, zu welcher ich hier die leitenden Ideen darlege und welche ich der Kürze wegen bald Geschichte des Kosmos, bald Geschichte der physischen Weltanschauung nenne, darf also nicht verwechselt werden mit der Geschichte der Naturwissenschaften, wie sie mehrere unserer vorzüglichsten Lehrbücher der Physik oder die der Morphologie der Pflanzen und Thiere liefern.

Um Rechenschaft von der Bedeutung dessen zu geben, was hier unter den Gesichtspunkt einzelner historischer Momente zusammenzustellen ist, scheint es am geeignetsten beispielsweise aufzuführen, was nach dem Zweck dieser Blätter behandelt oder ausgeschlossen werden muß. In die Geschichte des Naturganzen gehören die Entdeckungen des zusammengesetzten Microscops, des Fernrohrs und der farbigen Polarisation: weil sie Mittel verschafft haben das, was allen Organismen gemeinsam ist, aufzufinden, in die fernsten Himmelsräume zu dringen und das erborgte, reflectirte Licht von dem selbstleuchtender Körper zu unterscheiden, d. i. zu bestimmen, ob das Sonnenlicht aus einer festen Masse oder aus einer gasförmigen Umhüllung ausstrahle. Die Aufzählung der Versuche aber, welche seit Huygens allmälig auf Arago's Entdeckung der farbigen Polarisation geleitet haben, werden der Geschichte der Optik vorbehalten. Eben so verbleibt der Geschichte der Phytognosie oder Botanik die Entwickelung der Grundsätze, nach denen die Masse vielgestalteter Gewächse sich in Familien an einander reihen läßt: während die Geographie der Pflanzen, oder die Einsicht in die örtliche und klimatische Vertheilung der Vegetation über den ganzen Erdkörper, über die Feste und das algenreiche Becken der Meere, einen wichtigen Abschnitt in der Geschichte der physischen Weltanschauung ausmacht.

Die denkende Betrachtung dessen, was die Menschen zur Einsicht eines Naturganzen geführt hat, ist eben so wenig die ganze Culturgeschichte der Menschheit als sie, wie wir eben erinnert haben, eine Geschichte der Naturwissenschaften genannt werden kann. Allerdings ist die Einsicht in den Zusammenhang der lebendigen Kräfte des Weltalls als die edelste Frucht der menschlichen Cultur, als das Streben nach dem höchsten Gipfel, welchen die Vervollkommnung und Ausbildung der Intelligenz erreichen kann, zu

*) Kosmos Buch I. S. 25—28.

betrachten; aber das, wovon wir hier Andeutungen geben, ist nur ein Theil der Culturgeschichte selbst. Diese umfaßt gleichzeitig, was den Fortschritt der einzelnen Völker nach allen Richtungen erhöhter Geistesbildung und Sittlichkeit bezeichnet. Wir gewinnen nach einem eingeschränkteren physikalischen Gesichtspunkte der Geschichte des menschlichen Wissens nur eine Seite ab; wir heften vorzugsweise den Blick auf das Verhältniß des allmälig Ergründeten zum Naturganzen; wir beharren minder bei der Erweiterung der einzelnen Disciplinen als bei Resultaten, welche einer Verallgemeinerung fähig sind oder kräftige materielle Hülfsmittel zu genauerer Beobachtung der Natur in verschiedenen Zeitaltern geliefert haben.

Vor allem müssen sorgfältig ein frühes Ahnden und ein wirkliches Wissen scharf von einander getrennt werden. Mit der zunehmenden Cultur des Menschengeschlechts geht von dem ersten vieles in das zweite über und ein solcher Uebergang verdunkelt die Geschichte der Erfindungen. Eine sinnige, ideelle Verknüpfung des früher Ergründeten leitet oft fast unbewußt das Ahndungsvermögen und erhöht dasselbe wie durch eine begeistigende Kraft. Wie manches ist bei Indern und Griechen, wie manches im Mittelalter über den Zusammenhang von Naturerscheinungen ausgesprochen worden, erst unerwiesen und mit dem Unbegründetsten vermengt, aber in späterer Zeit auf sichere Erfahrung gestützt und dann wissenschaftlich erkannt! Die ahndende Phantasie, die allbelebende Thätigkeit des Geistes, welche in Plato, in Columbus, in Kepler gewirkt hat, darf nicht angeklagt werden, als habe sie in dem Gebiet der Wissenschaft nichts geschaffen, als müsse sie nothwendig ihrem Wesen nach von der Ergründung des Wirklichen abziehen.

Da wir die Geschichte der physischen Weltanschauung als die Geschichte der Erkenntniß eines Naturganzen, gleichsam als die Geschichte des Gedankens von der Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Weltall, definirt haben, so kann die Behandlungsweise dieser Geschichte nur in der Aufzählung dessen bestehen, wodurch der Begriff von der Einheit der Erscheinungen sich allmälig ausgebildet hat. Wir unterscheiden in dieser Hinsicht: 1) das selbstständige Streben der Vernunft nach Erkenntniß von Naturgesetzen, also eine denkende Betrachtung der Naturerscheinungen; 2) die Weltbegebenheiten, welche plötzlich den Horizont der Beobachtung erweitert haben; 3) die Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung, gleichsam die Erfindung neuer Organe, welche den Menschen mit den irdischen Gegenständen wie mit den fernsten Welträumen in näheren Verkehr bringen, welche die Beobachtung schärfen und vervielfältigen. Dieser dreifache Gesichtspunkt muß uns leiten, wenn wir die Hauptepochen (Hauptmomente) bestimmen, welche die Geschichte der Lehre vom Kosmos zu durchlaufen hat. Um das Gesagte zu erläutern, wollen wir hier wiederum solche Beispiele anführen, welche die Verschiedenheit der Mittel charakterisiren, durch welche die Menschheit allmälig zum intellectuellen Besitz von einem großen Theile der Welt gelangt ist: Beispiele von erweiterter Naturkenntniß, von großen Begebenheiten und von der Erfindung neuer Organe.

Die Kenntniß der Natur, als älteste Physik der Hellenen, war mehr aus inneren Anschauungen, aus der Tiefe des Gemüths als aus der Wahrnehmung der Erscheinungen geschöpft. Die Naturphilosophie der ionischen Physiologen ist auf den Urgrund des Entstehens, auf den Formenwechsel eines einigen Grundstoffes gerichtet; in der mathematischen Symbolik der Pythagoreer, in ihren Betrachtungen über Zahl und Gestalt offenbart sich dagegen eine Philosophie des Maaßes und der Harmonie. Indem die dorisch-italische Schule überall numerische Elemente sucht, hat sie von dieser Seite, durch eine gewisse Vorliebe für die Zahlenverhältnisse, die sie im Raum und in der Zeit erkennt, gleichsam den Grund zur späteren Ausbildung unserer Erfahrungswissenschaften gelegt. Die Geschichte der Weltanschauung, wie ich sie auffasse, bezeichnet nicht sowohl die oft wiederkehrenden Schwankungen zwischen Wahrheit und Irrthum, als die

Hieroglyphen und Keilschrift, Vervollkommnung der Mathematik, besonders des mächtigen, Erdgestalt, Meeresfluth und Himmelsräume beherrschenden analytischen Calculs. Zu diesen Hülfsmitteln gesellen sich endlich die materiellen Erfindungen, welche uns gleichsam neue Organe schaffen, die Schärfe der Sinne erhöhen, ja den Menschen in einen näheren Verkehr mit den irdischen Kräften wie mit den fernen Welträumen setzen. Um hier nur diejenigen Instrumente zu erwähnen, welche große Epochen der Culturgeschichte bezeichnen, nennen wir das Fernrohr und dessen leider zu späte Verbindung mit Meßinstrumenten; das zusammengesetzte Microscop, welches uns Mittel verschafft den Entwickelungszuständen des Organischen („der gestaltenden Thätigkeit als dem Grunde des Werdens," wie Aristoteles schön sagt) zu folgen; die Boussole und die verschiedenen Vorrichtungen zur Ergründung des Erdmagnetismus, den Gebrauch des Pendels zum Zeitmaaße, das Barometer, den Wärmemesser, hygrometrische und electrometrische Apparate, das Polariscop in Anwendung auf farbige Polarisations-Phänomene im Licht der Gestirne oder im erleuchteten Luftkreise.

Die Geschichte der physischen Weltanschauung, gegründet, wie wir eben entwickelt haben, auf denkende Betrachtung der Naturerscheinungen, auf eine Verkettung großer Begebenheiten, auf Erfindungen, welche den Kreis sinnlicher Wahrnehmung erweitern, soll aber hier in ihren Hauptzügen nur fragmentarisch und übersichtlich dargestellt werden. Ich schmeichle mir mit der Hoffnung, daß die Kürze dieser Darstellung den Leser in den Stand setzen könne den Geist, in welchem ein so schwer zu begrenzendes Bild einst auszuführen wäre, leichter zu erfassen. Hier wie in dem Naturgemälde, welches das erste Buch des Kosmos enthält, wird nicht nach Vollständigkeit in Aufzählung von Einzelheiten, sondern nach der klaren Entwickelung von leitenden Ideen getrachtet, solchen, welche einige der Wege bezeichnen, die der Physiker als Geschichtsforscher durchlaufen kann. Die Kenntniß von dem Zusammenhang der Begebenheiten und ihren Causalverhältnissen wird als ein Gegebenes vorausgesetzt; die Begebenheiten brauchen nicht erzählt zu werden, es genügt sie zu nennen und den Einfluß zu bestimmen, den sie auf die allmälig anwachsende Erkenntniß eines Naturganzen ausgeübt haben. Vollständigkeit, ich glaube es wiederholen zu müssen, ist hier weder zu erreichen noch als das Ziel eines solchen Unternehmens zu betrachten. Indem ich dies ausspreche, um meinem Werke vom Kosmos den eigenthümlichen Charakter zu bewahren, der dasselbe allein ausführbar macht, werde ich mich freilich von neuem dem Tadel derer aussetzen, welche weniger bei dem verweilen, was ein Buch enthält, als bei dem, was nach ihrer individuellen Ansicht darin gefunden werden sollte. In den älteren Theilen der Geschichte bin ich geflissentlich weit umständlicher als in den neueren gewesen. Wo die Quellen sparsamer fließen, ist die Combination schwieriger, und die aufgestellten Meinungen bedürfen dann der Anführung nicht allgemein bekannter Zeugnisse. Auch Ungleichmäßigkeit in der Behandlung der Materien habe ich mir da frei gestattet, wo es darauf ankam, durch Aufzählung von Einzelheiten dem Vortrag ein belebenderes Interesse zu geben.

Wie die Erkenntniß eines Weltganzen mit intuitiver Ahndung und wenigen wirklichen Beobachtungen über isolirte Naturgebiete begonnen hat, so glauben wir auch in der geschichtlichen Darstellung der Weltanschauung von einem eingeschränkten Erdraume ausgehen zu müssen. Wir wählen das Meerbecken, um welches diejenigen Völker sich bewegt haben, auf deren Wissen unsere abendländische Cultur (die einzige fast ununterbrochen fortgeschrittene) zunächst gegründet ist. Man kann die Hauptströme bezeichnen, welche die Elemente der Bildung und der erweiterten Naturansichten dem westlichen Europa zugeführt haben; aber bei der Vielfachheit dieser Ströme ist nicht ein einiger Urquell zu nennen. Tiefe Einsicht in die Kräfte der Natur, Erkenntniß der Natureinheit gehört nicht einem sogenannten Urvolke an, für welches, nach dem Wechsel historischer Ansichten, bald ein semitischer Stamm im nord-chaldäischen Arparad*) (Arrapachitis des Ptolemäus), bald

*) Ewald, Geschichte des Volkes Israel Bd. I. 1843 S. 332—334; Lassen, ind. Alterthumskunde

der Stamm der Inder und Iranier im alten Zendlande*) am Quellgebiet des Oxus und Jaxartes ausgegeben wurden. Die Geschichte, so weit sie durch menschliche Zeugnisse begründet ist, kennt kein **Urvolk**, keinen einigen ersten Sitz der Cultur, keine **Urphysik**, oder Naturweisheit, deren Glanz durch die sündige Barbarei späterer Jahrhunderte verdunkelt worden wäre. Der Geschichtsforscher durchbricht die vielen über einander gelagerten Nebelschichten symbolisirender Mythen, um auf den festen Boden zu gelangen, wo sich die ersten Keime menschlicher Gesittung nach natürlichen Gesetzen entwickelt haben. Im grauen Alterthume, gleichsam am äußersten Horizont des wahrhaft historischen Wissens, erblicken wir schon gleichzeitig mehrere leuchtende Punkte, Centra der Cultur, die gegen einander strahlen: so Aegypten, auf das wenigste fünftausend Jahre vor unserer Zeitrechnung†); Babylon, Ninive, Kaschmir, Iran, und China seit der ersten Colonie, die vom nordöstlichen Abfall des Kuen-lün her in das untere Flußthal des Hoangho eingewandert war. Diese Centralpunkte erinnern unwillkührlich an die größeren unter den funkelnden Sternen des Firmaments, an die ewigen Sonnen der Himmelsräume, von denen wir wohl die Stärke des Glanzes, nicht aber, einige wenige‡) ausgenommen, die relative Entfernung von unserem Planeten kennen.

Eine dem ersten Menschenstamme geoffenbarte **Urphysik**, eine durch Cultur verdunkelte **Naturweisheit wilder Völker** gehört einer Sphäre des Wissens oder vielmehr des

---

Bd. I. S. 528. Vergl. **Rödiger** in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. III. S. 4 über Chaldäer und Curden, welche Letztere Strabo Kyrtier nennt.

*) **Bordj** der Wassernabel des Ormuzd, ungefähr da, wo das Himmelsgebirge (Thian-schan) an seinem westlichen Ende an den Bolor (Belurtagh) gangartig anschaart, oder vielmehr diesen unter dem Namen der Asferah-Kette durchsetzt, nördlich von dem Hochlande **Pamer** (**Upa-Mêru**, **Land über dem Meru**). Vergl. **Burnouf**, Commentaire sur le Yaçna T. I p. 239 und Addit. p. CLXXXV mit **Humboldt**, Asie centrale T. I. p. 163, T. II. p. 16, 377 und 390.

†) Chronologische Angaben für Aegypten: „3900 Jahre vor Chr. Menes (auf das wenigste, und wahrscheinlich ziemlich genau); 3430 Anfang der 4ten Dynastie (die Pyramidenbauer Chephren-Schafra, Cheops-Chufu und Mykerinos oder Menkera); 2200 Einfall der Hyksos unter der 12ten Dynastie, welcher Amenemha III., der Erbauer des ursprünglichen Labyrinths, zugehört. Vor Menes (3900 vor Chr.) ist doch wenigstens noch ein Jahrtausend für das allmälige Wachsthum jener zum mindesten 3430 Jahre vor unserer Zeitrechnung ganz fertigen, ja zum Theil schon erstarrten Cultur zu vermuthen, wahrscheinlich noch weit mehr." (**Lepsius** in mehreren Briefen an mich vom März 1846, also nach der Rückkunft von seiner ruhmvollen Expedition.) Vergl. auch **Bunsens** Betrachtungen „über die Anfänge unserer sogenannten Weltgeschichte, welche streng genommen nur die der neueren Menschheit oder, wenn es von jenen Anfängen eine Geschichte geben sollte, die neuere Geschichte unsers Geschlechts ist," in dem geistreichen und gelehrten Werke: Aegyptens Stelle in der Weltgeschichte 1845, erstes Buch S. 11—13. — Das historische Bewußtsein und die geregelte Chronologie der Chinesen steigen bis 2400, ja selbst 2700 Jahre vor unserer Zeitrechnung, weit über Ju bis zu **Hoangty**, hinauf. Viele literarische Monumente sind aus dem 13ten Jahrhundert; und im 12ten Jahrhundert vor Chr. wurde laut dem Tscheu-li die Länge des Solstitialschattens bereits mit solcher Genauigkeit von Tscheu-kung in der südlich vom gelben Flusse erbauten Stadt Lo-yang gemessen, daß Laplace diese Länge ganz mit der Theorie von der Veränderung der Schiefe der Ecliptik, welche erst am Ende des letzten Jahrhunderts aufgestellt worden ist, übereinstimmend gefunden hat. Jeder Verdacht einer Erdichtung der Angabe durch Zurückrechnen fällt also von selbst weg. S. Édouard Biot sur la Constitution politique de la Chine au 12me siècle avant notre ère (1845) p. 3 und 9. Die Erbauung von Tyrus und des uralten Tempels des Melkarth (des tyrischen Hercules) soll nach der Erzählung, die **Herodot** (II, 44) von den Priestern empfing, 2760 Jahre vor unserer Zeitrechnung hinaufreichen; vergl. auch **Heeren**, Ideen über Politik und Verkehr der Völker Th. I, 2. 1824 S. 12. Simplicius schätzt nach einer Ueberlieferung des Porphyrius das Alter der babylonischen Sternbeobachtungen, die dem Aristoteles bekannt waren, auf 1903 Jahre vor Alexander dem Großen, und Ideler, der so gründliche und vorsichtige Forscher der Chronologie, hat diese Angabe keineswegs unglaublich gefunden; vergl. sein Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 207, die Abhandlungen der Berliner Akad. auf das J. 1814 S. 217 und **Böckh**, metrol. Untersuchungen über die Maße des Alterthums 1838 S. 36. — Ob man in Indien mehr als 1200 Jahre vor Chr. selbst nach der Chronik von Kaschmir (Radjatarangini, trad. par Troyer) einen historischen Boden finde, während **Megasthenes** (Indica, ed. **Schwanbeck** 1846 p. 50) von Manu bis Kandragupta für 153 Könige der Dynastie von Magadha 60 bis 64 Jahrhunderte rechnet und der Astronom Aryabhatta den Anfang der Zeitrechnung auf 3102 vor Chr. bestimmt, bleibt noch in Dunkel gehüllt (**Lassen**, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 473, 505, 507 und 510.) — Um den Zahlen, welche in dieser Anmerkung zusammengestellt sind, eine höhere Bedeutung für die Culturgeschichte der Menschheit zu geben, ist es nicht überflüssig, hier zu erinnern, daß bei den Griechen die Zerstörung von Troja 1184, Homer 1000 oder 950, Kadmus der Milesier, der erste Geschichtsschreiber unter den Griechen, 524 Jahre vor unserer Zeitrechnung gesetzt werden. Diese Zusammenstellung der Epochen lehrt, wie ungleich, früh oder spät, bei den bildungsfähigsten Völkern das Bedürfniß einer genauen Aufzeichnung von Ereignissen und Unternehmungen erwacht ist; sie erinnert unwillkührlich an den Ausspruch, welchen Plato im Timäus den Priestern von Sais in den Mund legt: „O Solon, Solon! ihr Hellenen bleibt doch immer Kinder; nirgends ist in Hellas ein Greis. Eure Seelen sind stets jugendlich; ihr habt in ihnen keine Kunde des Alterthums, keinen alten Glauben, keine durch die Zeit ergraute Wissenschaft."

‡) Vergl. **Kosmos** Buch I. S. 41 und 77.

Glaubens an, welche dem Gegenstande dieses Werkes fremd bleibt. Wir finden einen solchen Glauben indeß schon tief in der ältesten indischen Lehre Krischna's*) gewurzelt. „Die Wahrheit soll ursprünglich in den Menschen gelegt, aber allmälig eingeschläfert und vergessen worden sein; die Erkenntniß kehrt wie eine Erinnerung zurück." Wir lassen es gern unentschieden, ob die Volksstämme, die wir gegenwärtig Wilde nennen, alle im Zustande ursprünglich natürlicher Rohheit sind; ob nicht viele unter ihnen, wie der Bau ihrer Sprachen es oft vermuthen läßt, verwilderte Stämme, gleichsam zerstreute Trümmer aus den Schiffbrüchen einer früh untergegangenen Cultur sind. Ein naher Umgang mit diesen sogenannten Naturmenschen lehrt nichts von dem, was die Liebe zum Wunderbaren von einer gewissen Ueberlegenheit roher Völker in der Kenntniß der Erdkräfte gefabelt hat. Allerdings steigt ein dumpfes, schauervolles Gefühl von der Einheit der Naturgewalten in dem Busen des Wilden auf; aber ein solches Gefühl hat nichts mit den Versuchen gemein den Zusammenhang der Erscheinungen unter Ideen zu fassen. Wahrhaft kosmische Ansichten sind erst Folge der Beobachtung und ideeller Combination, Folge eines lange dauernden Cantacts der Menschheit mit der Außenwelt; auch sind sie nicht das Werk eines einzigen Volkes, sie sind die Frucht gegenseitiger Mittheilung, eines, wo nicht allgemeinen, doch großen Völkerverkehrs.

Wie in den Betrachtungen über den Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft wir, im Eingange dieses Buches, aus der allgemeinen Literaturgeschichte das ausgehoben haben, was sich auf den Ausdruck eines lebendigen Naturgefühls bezieht, so wird in der Geschichte der Weltanschauung aus der allgemeinen Culturgeschichte dasjenige ausgesondert, was die Fortschritte in der Erkenntniß eines Naturganzen bezeichnet. Beide, nicht willkührlich, sondern nach bestimmten Grundsätzen abgesonderte Theile haben wieder unter einander dieselben Beziehungen als die Disciplinen, welchen sie entlehnt sind. Die Geschichte der Cultur der Menschheit schließt in sich die Geschichte der Grundkräfte des menschlichen Geistes, und also auch der Werke, in denen nach verschiedenen Richtungen diese Grundkräfte in Literatur und Kunst sich offenbart haben. Auf gleiche Weise erkennen wir in der Tiefe und Lebendigkeit des Naturgefühls, die wir nach dem Unterschiede der Zeiten und der Völkerstämme geschildert, wirksame Anregungsmittel zu sorgfältigerer Beachtung der Erscheinungen, zu ernster Ergründung ihres kosmischen Zusammenhanges.

Eben weil nun so mannigfaltig die Ströme sind, welche die Elemente des erweiterten Naturwissens getragen und im Laufe der Zeiten ungleich über den Erdboden verbreitet haben, ist es, wie wir bereits oben bemerkt, am geeignetsten in der Geschichte der Weltansicht von Einer Völkergruppe und zwar von der auszugehen, in der unsere jetzige wissenschaftliche Cultur und die des ganzen europäischen Abendlandes ursprünglich gewurzelt sind. Die Geistesbildung der Griechen und Römer ist allerdings ihrem Anfange nach eine sehr neue zu nennen, im Vergleich mit der Cultur der Aegypter, Chinesen und Inder; aber was ihnen von außen, von dem Orient und von Süden her, zugeströmt, hat sich mit dem, was sie selbst hervorgebracht und verarbeitet, trotz des ewigen Wechsels der Weltbegebenheiten und des fremdartigen Gemisches eindringender Völkermassen, ununterbrochen auf europäischem Boden fortgepflanzt. In den Regionen, wo man vor Jahrtausenden vieles früher gewußt, ist entweder eine alles verdunkelnde Barbarei wiederum eingetreten; oder neben der Erhaltung alter Gesittung und fester, complicirter Staatseinrichtungen (wie in China) ist doch der Fortschritt in Wissenschaft und gewerblichen Kunstfertigkeiten überaus geringe, noch geringer der Antheil an dem Weltverkehr gewesen, ohne den allgemeine Ansichten sich nie bilden können. Europäische Culturvölker und die von ihnen abstammenden, in andere Continente übergegangenen sind durch eine riesenmäßige Erweiterung ihrer Schiff- [illegible] Meeren, an den fernsten Küsten gleichsam allgegenwärtig geworden.

[illegible] eine Episode des Maha-Bharata in dessen gesammelten Werken Bd. I S. 73

Was sie nicht besitzen, können sie bedrohen. In ihrem fast ununterbrochen vererbten Wissen, in ihrer lang vererbten wissenschaftlichen Nomenclatur liegen, wie Marksteine der Geschichte der Menschheit, Erinnerungen an die mannigfaltigen Wege, auf denen wichtige Erfindungen oder wenigstens der Keim zu denselben den Völkern Europa's zugeströmt sind: aus dem östlichsten Asien die Kenntniß von der Richtkraft und Abweichung eines frei sich bewegenden Magnetstabes, aus Phönicien und Aegypten chemische Bereitungen (Glas, thierische und vegetabilische Färbestoffe, Metalloxyde), aus Indien allgemeiner Gebrauch der Position zur Bestimmung des erhöhten Werthes weniger Zahlzeichen.

Seitdem die Civilisation ihre ältesten Ursitze innerhalb der Tropen oder in der subtropischen Zone verlassen, hat sie sich bleibend in dem Welttheile angesiedelt, dessen nördlichste Regionen weniger kalt als unter gleicher Breite die von Asien und Amerika sind. Das Festland von Europa ist eine westliche Halbinsel von Asien; und wie es eine größere, die allgemeine Gesittung begünstigende Milde seines Klima's diesem Umstande und seiner mannigfaltigen, vielgegliederten, schon von Strabo gerühmten Form, seiner Stellung gegen das in der Aequatorialzone weit ausgedehnte Afrika, so wie den vorherrschenden, über den breiten Ocean hinstreichenden und deshalb im Winter warmen Westwinden verdanke, habe ich bereits früher entwickelt*). Die physische Beschaffenheit von Europa hat der Verbreitung der Cultur weniger Hindernisse entgegengestellt, als ihr in Asien und Afrika gesetzt waren, da wo weitausgedehnte Reihen von Parallelketten, Hochebenen und Sandmeeren als schwer zu überwindende Völkerscheiden auftreten. Wir beginnen demnach hier, bei der Aufzählung der Hauptmomente in der Geschichte der physischen Weltbetrachtung, mit einem Erdwinkel, der durch seine räumlichen Verhältnisse und seine Weltstellung den wechselnden Völkerverkehr und die Erweiterung kosmischer Ansichten, welche Folge dieses Verkehres ist, am meisten begünstigt hat.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I.

Das Mittelmeer als Ausgangspunkt für die Darstellung der Verhältnisse, welche die allmälige Erweiterung der Idee des Kosmos begründet haben. — Anreihung dieser Darstellung an die früheste Cultur der Hellenen. — Versuche ferner Schifffahrt gegen Nordost (Argonauten), gegen Süden (Ophir), gegen Westen (Colänus von Samos).

Ganz in dem Sinne einer großen Weltansicht schildert Plato im Phädon die Enge des Mittelmeeres†). „Wir," sagt er, „die wir vom Phasis bis zu den Säulen des Hercules wohnen, haben inne nur einen kleinen Theil der Erde, in dem wir uns, wie um einen Sumpf Ameisen oder Frösche, um das (innere) Meer angesiedelt haben." Und dieses enge Becken, an dessen Rande ägyptische, phönicische und hellenische Völker zu einem hohen Glanze der Cultur erblühten, ist der Ausgangspunkt der wichtigsten Weltbegebenheiten, der Colonisirung großer Länderstrecken von Afrika und Asien, der nautischen Unternehmungen gewesen, durch welche eine ganze westliche Erdhälfte enthüllt worden ist.

*) Kosmos Bd. I. S. 153 und 173; Asie centrale T. III. p. 24 und 143.

†) Plato, Phädon pag. 109 B (vergl. Herod. II, 21). Auch Kleomedes vertiefte die Erdfläche in der Mitte, um das Mittelmeer zu fassen (Voß, krit. Blätter Bd. II. 1828 S. 144 und 150).

Das Mittelmeer zeigt noch in seiner jetzigen Gestaltung die Spuren einer ehemaligen Unterabtheilung in drei geschlossene, an einander grenzende kleinere Becken*). Das ägäische ist südlich begrenzt durch die Bogenlinie, welche, von der carischen Küste Kleinasiens an, die Inseln Rhodus, Creta und Cerigo bilden und die sich an den Peloponnes anschließt unfern von dem Vorgebirge Malea. Westlicher folgt das ionische Meer, das Syrten-Bassin, in dem Malta liegt. Die Westspitze von Sicilien nähert sich dort auf 12 geographische Meilen der Küste von Afrika. Die plötzliche, aber kurz dauernde Erscheinung der gehobenen Feuerinsel Ferdinandea (1831) südwestlich von den Kalksteinfelsen von Sciacca mahnt an einen Versuch der Natur†) das Syrten-Bassin zwischen Cap Grantola, der von Capitän Smyth untersuchten Adventure-Bank, Pantellaria und dem afrikanischen Cap Bon wiederum zu schließen und so von dem westlichen, dritten Bassin, dem tyrrhenischen, zu trennen. Letzteres empfängt durch die Hercules-Säulen den von Westen her einbrechenden Ocean und umschließt Sardinien, die Balearen und die kleine vulkanische Gruppe der spanischen Columbraten.

Diese Form des dreimal verengten Mittelmeeres hat einen großen Einfluß auf die früheste Beschränkung und spätere Erweiterung phönicischer und griechischer Entdeckungsreisen gehabt. Die letzteren blieben lange auf das ägäische und auf das Syrtenmeer beschränkt. Zu der homerischen Zeit war das continentale Italien noch ein „unbekanntes Land." Die Phocäer eröffneten das tyrrhenische Bassin westlich von Sicilien; Tartessusfahrer gelangten zu den Säulen des Hercules. Man darf nicht vergessen, daß Carthago an der Grenze des tyrrhenischen und Syrten-Beckens gegründet ward. Die physische Gestaltung der Küsten wirkte auf den Gang der Begebenheiten, auf die Richtung nautischer Unternehmungen, auf den Wechsel der Meeresherrschaft; letztere wirkte wiederum auf die Erweiterung des Ideenkreises.

Das nördliche Gestade des inneren oder Mittelmeeres hat den, schon von Eratosthenes nach Strabo bemerkten Vorzug reicher geformt, „vielgestalteter," mehr gegliedert zu sein als das südliche libysche. Dort treten drei Halbinseln‡) hervor, die iberische, italische und hellenische, welche, mannigfach busenförmig eingeschnitten, mit den nahen Inseln und den gegenüberliegenden Küsten Meer- und Landengen bilden. Solche Gestaltungen des Continents und der theils abgerissenen, theils vulkanisch, reihenweise wie auf weit fortlaufenden Spalten, gehobenen Inseln haben früh zu geognostischen Ansichten über Durchbrüche, Erdrevolutionen und Ergießungen der angeschwollenen höheren Meere in die tiefer stehenden geführt. Der Pontus, die Dardanellen, die Straße von Gades und das inselreiche Mittelmeer waren ganz dazu geeignet die Ansichten eines solchen Schleusensystems hervorzurufen. Der orphische Argonautiker, wahrscheinlich aus christlicher Zeit, hat alte Sagen eingewebt; er singt von der Zertrümmerung des alten Lyktonien in einzelne Inseln, wie „Poseidon, der Finstergelockte, dem Vater Kronion zürnend, schlug auf Lyktonien mit dem goldenen Dreizack." Aehnliche Phantasien, die freilich oft aus einer unvollkommenen

---

*) Ich habe diese Idee zuerst entwickelt in meiner Rel. historique du Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 236 und in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. au 15me siècle T. I. p. 36—38. Vergl. auch Otfried Müller in den Göttingischen gelehrten Anzeigen aus dem J. 1838 Bd. I. S. 375. Das westlichste Bassin, welches ich im allgemeinen das tyrrhenische nenne, begreift nach Strabo das iberische, ligustische und sardoische Meer. Das Syrten-Bassin östlich von Sicilien begreift das ausonische oder sikelische, das libysche und ionische Meer. Der südliche und südwestliche Theil des ägäischen Meeres hieß das kretische, saronische und myr[illegible]sche. Die merkwürdige Stelle Aristot. de Mundo [illegible] III (pag. 393 Bekk.) bezieht sich bloß auf die Busenform der Küsten des Mittelmeers und ihre Wirkung auf den einströmenden Ocean.

†) Kosmos Buch. I. S. 126.

‡) Humboldt, Asie centrale T. I. p. 67. Die beiden merkwürdigen Stellen des Strabo sind folgende: (lib. II, pag. 109) „Eratosthenes nennt drei, Polybius fünf Landspitzen, in die sich Europa verläuft. Der Erstere nennt die gegen die Säulen sich erstreckende, auf welcher Iberia; die gegen den sikelischen Sund, auf welcher Italia liegt; dann folgt die dritte (Halbinsel) gegen Malea, welche alle Völker zwischen dem Adrias, dem Euxinos und dem Tanais umfaßt." (Lib. II, pag. 126): „Wir beginnen mit Europa, weil es vielgestaltig und für Veredlung der Menschen und Bürger der gedeihlichste Welttheil ist. Er ist ganz bewohnbar außer wenigen vor Kälte unbewohnten Landen um den Tanais."

Kenntniß räumlicher Verhältnisse entstanden sein konnten, waren in der eruditionsreichen, allem Alterthümlichen zugewandten alexandrinischen Schule ausgesponnen worden. Ob die Mythe der zertrümmerten Atlantis ein ferner und westlicher Reflex der Mythe von Lyktonien ist, wie ich an einem andern Ort wahrscheinlich zu machen glaubte, oder ob nach Otfried Müller „der Untergang von Lyktonien (Leukonia) auf die samothracische Sage von einer jene Gegend umgestaltenden großen Fluth hindeute*)," braucht hier nicht entschieden zu werden.

Was aber, wie schon oft bemerkt worden, die geographische Lage des Mittelmeers vor allem wohlthätig in ihrem Einfluß auf den Völkerverkehr und die fortschreitende Erweiterung des Weltbewußtseins gemacht hat, ist die Nähe des in der kleinasiatischen Halbinsel vortretenden östlichen Continents; die Fülle der Inseln des ägäischen Meeres, welche eine Brücke für die übergehende Cultur gewesen sind†); die Furche zwischen Arabien, Aegypten und Abyssinien, durch die der große indische Ocean unter der Benennung des arabischen Meerbusens oder des rothen Meeres eindringt, getrennt durch eine schmale Erdenge von dem Nil-Delta und der südöstlichen Küste des inneren Meeres. Durch alle diese räumlichen Verhältnisse offenbarte sich in der anwachsenden Macht der Phönicier und später in der der Hellenen, in der schnellen Erweiterung des Ideenkreises der Völker der Einfluß des Meeres, als des **verbindenden Elementes**. Die Cultur war in ihren früheren Sitzen in Aegypten, am Euphrat und Tigris, in der indischen Pentapotamia und in China an reiche **Stromlandschaften** gefesselt gewesen; nicht so in Phönicien und Hellas. In dem bewegten Leben des Griechenthums, vorzüglich im ionischen Stamme, fand der frühe Drang nach seemännischen Unternehmungen eine reiche Befriedigung in den merkwürdigen Formen des mittelländischen Meerbeckens, in seiner relativen Stellung zu dem Ocean im Süden und Westen.

Die Existenz des arabischen Meerbusens, als Folge des Einbruchs des indischen Oceans durch die Meerenge Bab-el-Mandeb, gehört zu der Reihe großer physischer Erscheinungen, die uns erst die neuere Geognosie hat offenbaren können. Der europäische Continent nämlich ist in seiner Hauptaxe von Nordost gegen Südwest gerichtet; aber fast rechtwinklig mit

---

*) **Ukert**, Geogr. der Griechen und Römer Th. I. Abth. 2. S. 345—348 und Th. II. Abth. 1. S. 194; Johannes v. **Müller**, Werke Bd. I. S. 38; **Humboldt**, Examen critique T. I. p. 112 und 171: Otfried **Müller**, Minyer S. 64 und derselbe in der, übrigens nur zu wohlwollenden Kritik meiner Behandlung der **mythischen Geographie** der Griechen (Gött. gelehrte Anzeigen 1838 Bd. I. S. 372 und 383). Ich habe mich im allgemeinen also ausgesprochen: „En soulevant des questions qui offriraient déjà de l'importance dans l'intérêt des études philologiques, je n'ai pu gagner sur moi de passer entièrement sous silence ce qui appartient moins à la description du monde réel qu'au cycle de la Géographie mythique. Il en est de l'espace comme du tems: on ne saurait traiter l'histoire sous un point de vue philosophique, en ensevelissant dans un oubli absolu les tems héroïques. Les mythes des peuples, mêlés à l'histoire et à la géographie, ne sont pas *en entier du domaine du monde idéal*. Si le vague est un de leurs traits distinctifs, si le symbole y couvre la réalité d'un voile plus ou moins épais, les mythes intimement liés entre eux, n'en révèlent pas moins la souche antique des premiers aperçus de cosmographie et de physique. Les faits de l'histoire et de la géographie primitives ne sont pas seulement d'ingénieuses fictions, les opinions qu'on s'est formées sur le monde réel, s'y reflètent." Der große mir befreundete Alterthumsforscher, dessen früher Verlust auf griechischem, von ihm so tief und mannigfach ergründetem Boden allgemein betrauert worden ist, glaubt dagegen: „daß wirklichen Erfahrungen, welche durch Wundersucht und Leichtgläubigkeit eine fabelhafte Gestalt erhielten (wie man sich besonders die **phönicischen Schiffersagen** vorstellt), keinesweges der Hauptantheil an der poetischen Gestaltung der Erde, die in der griechischen Poesie hervortritt, zuzuschreiben sei; die eigentlichen Wurzeln dieser Gebilde lägen in gewissen ideellen Voraussetzungen und Forderungen des Gefühls, auf **welche eine wirkliche Länderkunde erst allmälig einzuwirken beginne**: woraus dann oft die interessante Erscheinung hervorgehe, daß rein subjective Schöpfungen einer von gewissen Ideen geleiteten Phantasie fast unmerklich in wirkliche Länder und wohlbekannte Gegenstände der wissenschaftlichen Geographie übergehen. Nach diesen Betrachtungen könne man schließen, daß alle mythischen oder in mythische Formen ausgeprägten Phantasiegemälde in ihrem eigentlichen Grunde einer idealen Welt angehören und mit der wirklichen Erweiterung der Erdkunde oder der Schifffahrt außerhalb der Säulen des Hercules ursprünglich nichts zu thun haben." Die von mir in dem französischen Werke geäußerte Meinung stimmte mit den früheren Ansichten von Otfried **Müller** mehr überein, da er in den Prolegomenen zu einer wissenschaftlichen Mythologie S. 68 und 109 sehr bestimmt sagte, „daß in mythischen Erzählungen Geschehenes und Gedachtes, Reelles und Ideelles meist eng mit einander verbunden sind." (Vergl. auch über die Atlantis und Lyktonien **Martin**, Études sur le Timée de Platon T. I. p. 293—326.)

†) **Naxos** von Ernst **Curtius** (1846) S. 11; **Droysen**, Geschichte der Bildung des hellenistischen Staatensystems (1843) S. 4—9.

dieser Richtung findet sich ein System von Spalten, die theils zum Eindringen der Meereswasser, theils zu Hebung paralleler Gebirgsjoche Anlaß gegeben haben. Ein solches inverses Streichen von Südost gegen Nordwest zeigen (vom indischen Ocean bis zum Ausfluß der Elbe im nördlichen Deutschland) das rothe Meer in dem südlichen Theile der Spalte, zu beiden Seiten von vulkanischen Gebirgsarten umgeben, der persische Meerbusen mit dem Tieflande des Doppelstromes Euphrat und Tigris, die Zagros-Kette in Luristan, die Ketten von Hellas und den nahen Inselreihen des Archipels, das adriatische Meer und die dalmatischen Kalk-Alpen. Die Kreuzung*) der beiden Systeme geodätischer Linien (NO—SW und SO—NW), die ihre Ursach gewiß in Erschütterungs-Richtungen des Inneren unseres Erdkörpers gehabt haben und von denen ich die Spalten SO—NW für neueren Ursprungs halte, hat den wichtigsten Einfluß auf die Schicksale der Menschheit und die Erleichterung des Völkerverkehrs gehabt. Die relative Lage und die nach der Abweichung der Sonne in verschiedenen Jahreszeiten so ungleiche Erwärmung von Ost-Afrika, Arabien und der Halbinsel von Vorder-Indien erzeugen eine regelmäßige Abwechselung von Luftströmen (Monsun†), welche die Schifffahrt nach der Myrrhifera Regio der Adramiten in Süd-Arabien, nach dem persischen Meerbusen, Indien und Ceylon dadurch begünstigten, daß in der Jahreszeit (April und Mai bis October), wo Nordwinde auf dem rothen Meere wehen, der Südwest-Monsun von Ost-Afrika bis zur Küste Malabar herrscht, während der dem Rückweg günstige Nordost-Monsun (Oktober bis April) zusammentrifft mit der Periode der Südwinde zwischen der Meerenge Bab-el-Mandeb und dem Isthmus von Suez.

Nachdem wir nun, in diesem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, den Schauplatz geschildert haben, auf dem von so verschiedenen Seiten fremde Elemente der Cultur und Länderkenntniß dem Griechenvolke zugeführt werden konnten, bezeichnen wir hier zuerst diejenigen der das Mittelmeer umwohnenden Völker, welche sich einer alten und ausgezeichneten Bildung erfreuten: die Aegypter, die Phönicier sammt ihren nord- und west-afrikanischen Colonien, und die Etrusker. Einwanderung und Handelsverkehr haben am mächtigsten gewirkt. Je mehr sich in der neuesten Zeit durch Entdeckung von Monumenten und Inschriften, wie durch philosophischere Sprachforschung unser historischer Gesichtskreis erweitert hat, desto mannigfaltiger erscheint der Einfluß, welcher in der frühesten Zeit auch vom Euphrat her, aus Lycien und durch die mit den thracischen Stämmen verwandten Phrygier auf die Griechen ausgeübt wurde.

In dem Nilthale, das eine so große Rolle in der Geschichte der Menschheit spielt, „gehen sichere Königsschilder" (ich folge den neuesten Forschungen von Lepsius ‡) und dem Resultate seiner wichtigen, das ganze Alterthum aufklärenden Expedition) „bis in den Anfang der vierten Manethonischen Dynastie, welche die Erbauer der großen Pyramiden von Giseh (Chephren oder Schafra, Cheops-Chufu und Menkera oder Mencheres) in sich schließt. Diese Dynastie beginnt mehr als 34 Jahrhunderte vor unsrer christlichen Zeitrechnung, 23 Jahrhunderte vor der dorischen Einwanderung der Heracliden in den Peloponnes ||). Die großen Stein-Pyramiden von Dahschur, etwas südlich von Giseh und Sakara, hält Lepsius für Werke der dritten Dynastie. Auf den Blöcken derselben finden sich Steinmetz-Inschriften, aber bis jetzt keine Königsnamen. Die letzte Dynastie des alten Reichs, das mit dem Einfall der Hyksos endigte, wohl 1200 Jahre vor Homer, war die 12te Manethonische, welcher Amenemha III. angehörte, der Erbauer des ursprünglichen Labyrinths, der den Möris-See künstlich schuf durch Ausgrabung und mächtige Erddämme

*) Leopold v. Buch über die geognostischen Systeme von Deutschland S. XI.; Humboldt, Asie centrale T. I. p. 284—286.

†) Kosmos Buch I. S. 168.

‡) Alles, was sich auf ägyptische Chronologie und Geschichte bezieht und (S. 252—254) durch Anführungszeichen im Texte unterschieden ist, gründet sich auf handschriftliche Mittheilungen meines Freundes, des Professor Lepsius vom Monat März 1846.

||) Ich setze die dorische Einwanderung in den Peloponnes mit Otfried Müller (Dorier Abth. II. S. 436) 328 Jahre vor der ersten Olympiade.

in Norden und Westen. Nach der Vertreibung der Hyksos beginnt das neue Reich mit der 18ten Dynastie (1600 Jahre vor Chr.). Der große Ramses-Miamen (Ramses II.) war der zweite Herrscher der 19ten Dynastie. Seine Siege, durch Abbildungen in Stein verewigt, wurden dem Germanicus von den Priestern in Theben erklärt*). Herodot kennt ihn unter dem Namen Sesostris, wahrscheinlich durch eine Verwechselung mit dem fast eben so kriegerischen und mächtigen Eroberer Seti (Setos), welcher der Vater Ramses II. war."

Wir haben geglaubt hier bei diesen Einzelheiten der Zeitrechnung verweilen zu müssen, um da, wo für uns fester Geschichtsboden ist, das relative Alter großer Begebenheiten in Aegypten, Phönicien und Griechenland annäherungsweise bestimmen zu können. Wie wir vorher das Mittelmeer nach seinen räumlichen Verhältnissen mit wenigen Zügen geschildert, so mußten wir jetzt auch an die Jahrtausende erinnern, um welche die menschliche Cultur im Nilthal der von Hellas vorangegangen ist. Ohne diese simultanen Beziehungen von Raum und Zeit können wir, nach der inneren Natur der Gedankenwelt, uns kein klares und befriedigendes Geschichtsbild entwerfen.

Die Cultur im Nilthale, früh durch geistiges Bedürfniß, durch eine sonderbare physische Beschaffenheit des Landes, durch priesterliche und politische Einrichtungen erweckt und unfrei gemodelt, hat, wie überall auf dem Erdboden, zum Contact mit fremden Völkern, zu fernen Heerzügen und Ansiedelungen angeregt. Was aber Geschichte und Denkmäler uns darüber aufbewahrt haben, bezeugt vorübergehende Eroberungen auf dem Landwege und wenig ausgedehnte eigene Schifffahrt. Ein so altes und mächtiges Culturvolk scheint weniger dauernd nach außen gewirkt zu haben als andere vielbewegte kleinere Volksstämme. Die lange Arbeit seiner Nationalbildung, mehr den Massen als den Individuen gedeihlich, ist wie räumlich abgeschieden und deshalb für die Erweiterung kosmischer Ansichten wahrscheinlich unfruchtbarer geblieben. Ramses-Miamen (von 1388 bis 1322 vor Chr., also volle 600 Jahre vor der ersten Olympiade des Coröbus) unternahm weite Heerzüge: nach Herodot „in Aethiopien (wo seine südlichsten Bauwerke Lepsius am Berg Barkal fand), durch das palästinische Syrien, von Kleinasien nach Europa übersetzend, zu den Scythen, Thraciern, endlich nach Kolchis und an den Phasis-Strom, wo von seinen Soldaten des Herumziehens müde Ansiedler zurückblieben. Auch habe Ramses zuerst, sagten die Priester, mit langen Schiffen die Küstenbewohner längs dem erythräischen Meere sich unterworfen, bis er endlich im Weiterschiffen in ein Meer kam, das vor Seichtigkeit nicht mehr schiffbar war."†) Diodor sagt bestimmt, daß Sesoosis (der große Ramses) in Indien bis über den Ganges ging, auch Gefangene aus Babylon zurückführte. „Die einzige sichere Thatsache in Bezug auf die eigene altägyptische Schifffahrt ist die, daß seit den frühesten Zeiten die Aegypter nicht bloß den Nil, sondern auch den arabischen Meerbusen befuhren. Die be-

*) Tac. Annal. II, 59. In dem Papyrus von Sallier (Campagnes de Sésostris) fand Champollion den Namen der Javanen oder Jouni und den der Luki (Jonier und Lycier?). Vergl. Bunsen, Aegypten Buch I. S. 60.

†) Herod. II, 102 und 103; Diod. Sic. I, 55 und 56. Von den Denksäulen (Stelen), die Ramses-Miamen als Siegeszeichen in den durchzogenen Landen setzte, nennt Herodot (II, 106) ausdrücklich drei: „eine im palästinischen Syrien, zwei in Jonien, wo man aus dem Ephesischen nach Phocäa und von Sardes nach Smyrna geht." Ein Felsenrelief, welches den Namen des Ramses mehrmals darbietet, ist in Syrien am Lycus, unsern Beirut (Berytus), aufgefunden, so wie ein anderes, roheres im Thal Karabel bei Nymphio, nach Lepsius auf dem Wege aus dem Ephesischen nach Phocäa. (Lepsius in den Ann. dell' Instit. archeol. Vol. X. 1838 p. 12 und desselben Brief aus Smyrna vom December 1845 in der archäologischen Zeitung Mai 1846 No. 41 S. 271—280; Kiepert in derselben Zeitung 1843 No. 3 S. 35). Ob der große Eroberer, wie Heeren glaubt (Gesch. der Staaten des Alterthums 1828 S. 76), bis Persien und Vorderindien vorgedrungen sei, „weil damals das westliche Asien noch kein großes Reich enthielt" (die Erbauung des assyrischen Ninive wird erst 1230 vor Chr. gesetzt), werden bei jetzt so schnell fortschreitenden Entdeckungen die Archäologen und phonetische Sprachforscher einst entscheiden. Strabo lib. XVI pag. 760) nennt eine Denksäule des Sesostris nahe bei der Meerenge Deire, jetzt Bab-el-Mandeb genannt. Es ist übrigens auch sehr wahrscheinlich, daß schon im alten Reiche über 900 Jahre vor Ramses-Miamen ähnliche Heerzüge ägyptischer Könige nach Asien stattgefunden haben. Unter dem, zur 19ten Dynastie gehörigen Pharao Setos II, dem zweiten Nachfolger des großen Ramses-Miamen, zog Moses aus Aegypten aus, nach den Untersuchungen von Lepsius ungefähr 1300 Jahre vor unserer Zeitrechnung.

rühmten Kupferminen bei Wadi Magara auf der Sinai-Halbinsel wurden bereits unter der 4ten Dynastie, unter Cheops-Chufu, bebaut. Bis zur 6ten Dynastie gehen die Inschriften von Hamamat an der Kossér-Straße, welche das Nilthal mit der westlichen Küste des rothen Meeres verband. Der Canal von Suez wurde unter Ramses dem Großen zu bauen versucht*), zunächst wohl wegen des Verkehrs mit dem arabischen Kupferlande." Größere nautische Unternehmungen, wie selbst die so oft bestrittene, mir gar nicht unwahrscheinliche†) Umseglung von Afrika unter Neku II. (611—595 vor Chr.) wurden phönicischen Schiffen anvertraut. Fast um dieselbe Zeit, etwas früher, unter Neku's Vater Psammitich (Psemetek), und etwas später nach geendigtem Bürgerkriege unter Amasis (Aahmes) legten griechische Miethstruppen und ihre Ansiedelung in Naucratis den Grund zu bleibendem auswärtigem Handelsverkehr, zur Aufnahme fremder Elemente, zu dem allmäligen Eindringen des Hellenismus in Nieder-Aegypten. Es war ein Keim geistiger Freiheit, größerer Unabhängigkeit von localisirenden Einflüssen, ein Keim, der sich in der Periode einer neuen Weltgestaltung durch die macedonische Eroberung schnell und kräftig entwickelte. Die Eröffnung der ägyptischen Häfen unter Psammitich bezeichnet eine um so wichtigere Epoche, als bis dahin das Land wenigstens an seiner nördlichen Küste sich seit langer Zeit, wie jetzt noch Japan, gegen Fremde völlig abgeschlossen hielt‡).

In der Aufzählung der nicht-hellenischen Culturvölker, welche das Becken des Mittelmeers, den ältesten Sitz und Ausgangspunkt unseres Wissens, umwohnen, reihen wir hier an die Aegypter die Phönicier an. Diese sind als die thätigsten Vermittler der Völkerverbindung vom indischen Meere bis in den Westen und Norden des alten Continents zu betrachten. Eingeschränkt in manchen Sphären geistiger Bildung, den schönen Künsten mehr als den mechanischen entfremdet, nicht großartig-schöpferisch wie die sinnigeren Bewohner des Nilthals, haben die Phönicier doch als ein kühnes, allbewegtes Handelsvolk, vorzüglich durch Ausführung von Colonien, deren eine an politischer Macht die Mutterstadt weit übertraf, früher als alle anderen Stämme des Mittelmeers auf den Umlauf der Ideen, auf die Bereicherung und Vielseitigkeit der Weltansichten gewirkt. Der phönicische Volksstamm hatte babylonisches Maaß und Gewicht||), auch, wenigstens seit der persischen Herr-

*) Nach Aristoteles, Strabo und Plinius, nicht nach Herodot; s. Letronne in der Revue des deux Mondes 1841 T. XXVII. p. 219, und Droysen, Bildung des hellenist. Staatensystems S. 735.

†) Zu den wichtigen der Umschiffung von Libyen günstigen Meinungen von Rennell, Heeren und Sprengel muß man jetzt auch die eines überaus gründlichen Philologen, Etienne Quatremère, zählen (s. Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XV. P. 2. 1845 p. 380—388). Das überzeugendste Argument für die Wahrheit des Berichts von Herod. IV, 24 scheint mir die dem Herodot unglaublich vorkommende Bemerkung, „daß die Seefahrer bei dem Umschiffen Libyens (von Osten nach Westen segelnd) die Sonne zur Rechten bekommen hätten." Im Mittelmeere sah man, ebenfalls von Osten nach Westen (von Tyrus nach Gadeira) schiffend, die Sonne um Mittag nur zur Linken. Uebrigens muß auch vor Neku II. (Necho) schon in Aegypten eine ältere Kenntniß von der Möglichkeit einer ungehinderten Umschiffung Libyens vorhanden gewesen sein, da Herodot den Neku bestimmt den Phöniciern befehlen läßt, „sie sollten den Rückweg nach Aegypten durch die Säulen des Hercules nehmen." Sonderbar ist es immer, daß Strabo (lib. II pag. 98), der so weitläuftig die versuchte Umschiffung des Eudorus von Cyzicus unter der Kleopatra discutirt und auch der Trümmer des Schiffes aus Gadeira erwähnt, welches an der äthiopischen (östlichen Küste gefunden war, zwar die vorgegebenen wirklichen Umschiffungen für eine Bergäische Fabel erklärt (lib. II p. 100), aber die Möglichkeit der Umschiffung keineswegs läugnet (lib. I p. 38), und daß er behauptet, es sei östlich und westlich des noch Unumschifften nur wenig (lib. I p. 4). Strabo hing gar nicht der wundersamen Isthmus-Hypothese des Hipparch und Marinus Tyrius an, nach der das östliche Afrika sich an das Südostende von Asien anschließt und das indische Meer zu einem Mittelmeer macht (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. 139—142, 145, 161 und 229; T. II. p. 370—373). Strabo citirt Herodot, nennt aber den Namen Neko's nicht, dessen Expedition er mit der von Darius veranstalteten Umschiffung von Süd-Persien und ganz Arabien verwechselt (Herod. IV, 44). Gossellin hat sogar allzu kühn die Lesart Darius in Neko verwandeln wollen. Ein Gegenstück zu dem Pferdekopf des Schiffes von Gadeira, welchen Eudorus in Aegypten auf einem Marktplatze gezeigt haben soll, sind die Trümmer eines Schiffes aus dem rothen Meere, das nach der Erzählung eines sehr glaubwürdigen arabischen Geschichtsschreibers (Masudi in dem Morudj-al-dzeheb, Quatremère p. 389, und Reinaud, Relation des voyages dans l'Inde 1845 T. I. p. XVI und T. II. p. 46) an die Küste von Creta durch westliche Strömungen gelangt ist.

‡) Diod. lib. I cap. 67, 10; Herod. II, 154, 178 und 182. Ueber die Wahrscheinlichkeit eines Verkehrs zwischen Aegypten und Griechenland vor Psammitich s. die scharfsichtigen Beobachtungen von Ludwig Roß in Hellenika Bd. I. 1846 S. V und X. „In den nächsten Zeiten vor Psammitich (sagt er) war in beiden Ländern eine Epoche innerer Zerrüttung, die nothwendig eine Beschränkung und theilweise Unterbrechung des Verkehrs herbeiführen mußte."

||) Böckh, metrologische Untersuchungen über Ge-

schaft, geprägte metallische Münze als Tauschmittel, das — sonderbar genug — den politisch, ja künstlerisch so ausgebildeten Aegyptern fehlte. Wodurch aber die Phönicier fast am meisten zu der Cultur der Nationen beitrugen, mit denen sie in Contact traten, war die räumliche Verallgemeinerung und Mittheilung der Buchstabenschrift, deren sie sich schon längst selbst bedienten. Wenn auch die ganze Sagengeschichte einer angeblichen Colonie des Kadmus in Böotien in mythisches Dunkel gehüllt bleibt, so ist es darum nicht minder gewiß, daß die Hellenen die Buchstabenschrift, welche sie lange phönicische Zeichen nannten, durch den Handelsverkehr der Jonier mit den Phöniciern erhielten *). Nach den Ansichten, die sich seit Champollion's großer Entdeckung immer mehr über die früheren Zustände alphabetischer Schriftentwickelung verbreiten, ist die phönicische wie die ganze semitische Zeichenschrift als ein aus der Bilderschrift allerdings ursprünglich ausgegangenes Lautalphabet zu betrachten, d. h. als ein solches, in dem die ideelle Bedeutung der Bildzeichen völlig unbeachtet bleibt und letztere nur phonetisch, als Lautzeichen, behandelt werden. Ein solches Lautalphabet, seiner Natur und Grundform nach ein Sylbenalphabet, war geeignet alle Bedürfnisse graphischer Darstellung von dem Lautsysteme einer Sprache zu befriedigen. „Als die semitische Schrift," sagt Lepsius in seiner Abhandlung über die Alphabete, „nach Europa zu indogermanischen Völkern überging, die durchgängig eine weit höhere Tendenz zu strenger Sonderung der Vocale und Consonanten zeigen und hierzu durch die weit höhere Bedeutung des Vocalismus in ihren Sprachen geleitet werden mußten, nahm man überaus wichtige und einflußreiche Veränderungen mit diesen Sylbenalphabeten vor." †) Das Streben die Syllabität aufzuheben fand bei den Hellenen seine volle Befriedigung. So verschaffte die Uebertragung der phönicischen Zeichen fast allen Küstenländern des Mittelmeeres, ja selbst der Nordwestküste von Afrika, nicht bloß Erleichterung in dem materiellen Handelsverkehr und ein gemeinsames Band, das viele Culturvölker umschlang: nein die Buchstabenschrift, durch ihre graphische Biegsamkeit verallgemeinert, war zu etwas höherem berufen. Sie wurde die Trägerin des Edelsten, was in den beiden großen Sphären, der Intelligenz und der Gefühle, des forschenden Sinnes und der schaffenden Einbildungskraft, das Volk der Hellenen errungen und als eine unvergängliche Wohlthat der spätesten Nachwelt vererbt hat.

Die Phönicier haben aber nicht bloß vermittelnd und anregend die Elemente der Weltanschauung vermehrt; sie haben auch erfinderisch und selbstthätig nach einzelnen Richtungen hin den Kreis des Wissens erweitert. Ein industrieller Wohlstand, der auf eine ausgebreitete Schifffahrt und auf den Fabrikfleiß von Sidon in weißen und gefärbten Glaswaaren, in Geweben und Purpurfärberei gegründet war, führte hier wie überall zu Fortschritten in dem mathematischen und chemischen Wissen, vorzüglich aber in den technischen Künsten. „Die Sidonier", sagt Strabo, „werden geschildert als strebsame Forscher sowohl in der Sternkunde als in der Zahlenlehre, wobei sie ausgingen von der Rechenkunst und Nachtschifffahrt: denn beides ist dem Handel unentbehrlich." ‡) Um den Erdraum zu messen, der durch phönicische Schifffahrt und phönicischen Caravanenhandel zuerst eröffnet wurde, nennen wir die Ansiedelung im Pontus an der bithynischen Küste (Pronectus und Bithynium), wahrscheinlich in sehr früher Zeit; den Besuch der Cycladen und mehrerer Inseln des ägäischen Meeres zur Zeit des homerischen Sängers; das silberreiche südliche Spanien (Tartessus und Gades); das nördliche Afrika westlich von der kleinen Syrte (Utica, Hadrumetum und Carthago); die Zinn- ||) und Bernsteinländer des Nordens

wichte, Münzfüße und Maaße des Alterthums in ihrem Zusammenhang 1838 S. 12 und 273.

*) S. die Stellen gesammelt in Otfried Müller, Minyer S. 115 und Dorier Abth. I. S. 129; Franz, Elementa Epigraphices graecae 1840 p. 13, 32 und 34.

†) Lepsius in seiner Abhandlung über die Anordnung und Verwandtschaft des Semitischen, Indischen, Alt-Persischen, Alt-Aegyptischen und Aethiopischen Alphabets 1836 S. 23—28 und 57; Gesenius, Scripturae Phoeniciae Monumenta 1837 p. 17

‡) Strabo lib. XVI pag. 757.

||) Die Bestimmung des Zinnlandes (Britannien, die Scilly-Inseln) ist leichter als die der Bernsteinküste; denn daß die alt-griechische Benennung κασσίτερος, schon in den homerischen Zeiten verbreitet,

von Europa; zwei Handelsfactoreien*) im persischen Meerbusen (Tylos und Aradus, die Baharein-Inseln).

Der Bernsteinhandel, welcher wahrscheinlich zuerst nach den westlichen cimprischen Küsten†) und dann später nach der Ostsee, dem Lande der Aestyer, gerichtet war, verdankt der Kühnheit und der Ausdauer phönicischer Küstenfahrer seinen ersten Ursprung. Er bietet uns in seiner nachmaligen Ausdehnung für die Geschichte der Weltanschauung ein merkwürdiges Beispiel von dem Einflusse dar, den die Liebe zu einem einzigen fernen Erzeugniß auf die Eröffnung eines inneren Völkerverkehrs und auf die Kenntniß großer Länderstrecken haben kann. So wie die phocäischen Massilier das britische Zinn quer durch

---

von einem zinnreichen Berge Cassius im südwestlichen Spanien herzuleiten sei, welchen der dieser Gegend sehr kundige Avienus zwischen Gaddir und die Mündung eines kleinen südlichen Iberus versetzt (Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 479), ist mir sehr unwahrscheinlich. Kassiteros ist das altindische Sanskritwort kastira. Zinn (isländ., dän., engl. tin, schwed. tenn) heißt in der malavischen und javanischen Sprache timah, eine Lautähnlichkeit, welche fast an die die des altgermanischen glessum (Name für den durchsichtigen Bernstein) mit unserem Worte Glas erinnert. Die Benennungen von Waaren und Handelsartikeln (s. oben S. 245 und Anm. †) gehen von einem Volke zum anderen in die verschiedensten Sprachfamilien über. Durch den Verkehr, welchen die Phönicier von ihren Factoreien in dem persischen Meerbusen aus mit der Ostküste von Indien trieben, hat das Sanskritwort kastira, welches ein so nützliches hinter-indisches Product bezeichnete und sich unter den alt-aramäischen Idiomen noch jetzt im Arabischen als kasdir findet, den Griechen bekannt werden können, ehe selbst Albion und die britannischen Kassiteriden besucht wurden. (Aug. Wilh. v. Schlegel in der Indischen Bibliothek Bd. II. S. 393; Benfey, Indien S. 307; Pott, etymol. Forschungen Th. II. S. 414; Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 239.) Eine Benennung wird oft ein geschichtliches Denkmal, und die etymologisirende zergliedernde Sprachforschung, von Unkundigen verspottet, trägt ihre Früchte. Den Alten war auch das Zinn, eines der seltensten Metalle auf unserem Erdkörper, im Lande der Artabrer und der Callaeci auf dem nordwestlichsten iberischen Continente bekannt (Strabo lib. III p. 147, Plin. XXXIV c. 16), also in einer größeren Nähe für die Seefahrt aus dem Mittelmeer als die Kassiteriden (Oestrymnides des Avienus). Als ich vor meiner Einschiffung nach den canarischen Inseln im Jahr 1799 in Galicien war, wurde noch daselbst im Granitgebirge ein sehr ärmlicher Bergbau getrieben (s. meine Relation hist. T. I. p. 51 und 53). Dies Vorkommen des Zinnes ist von einiger geognostischen Wichtigkeit wegen des ehemaligen Zusammenhanges von Galicien, der Halbinsel Bretagne und Cornwall.

*) Etienne Quatremère a. a. O. p. 363—370.

†) Die schon früh geäußerte Meinung (Heinzens neues Kielisches Magazin Th. II. 1787 S. 339; Sprengel, Gesch. der geogr. Entdeckungen 1792 S. 51; Voß, krit. Blätter Bd. II. S. 392—403), daß der Bernstein zuerst nur von der westlichen cimbrischen Küste durch Schifffahrt und vorzüglich durch inneren Tauschhandel auf Landwegen an das Mittelmeer gelangt sei, gewinnt immer mehr Anklang. Die gründlichste und scharfsinnigste Untersuchung dieses Gegenstandes enthält Ukert's Abhandlung über das Elektrum in der Zeitschrift für die Alterthumswissenschaft 1838 No. 52—55 S. 425—452 (vergl. damit seine Geographie der Griechen und Römer Th. II. Abth. 2. 1832 S. 26—36, Th. III. 1. 1843 S. 86, 175, 182, 320 und 349). Die Massilier, welche Heeren unter Pytheas, nach den Phöniciern, bis in die Ostsee vordringen läßt, überschritten wohl kaum die Mündungen der Weser und Elbe. Die Bernstein-Insel Glessaria (auch Austrania genannt) setzt Plinius (IV, 16) bestimmt westlich vom Vorgebirge der Cimbern in das germanische Meer, und der Zusammenhang mit der Expedition des Germanicus lehrt genugsam, daß nicht eine Insel der Ostsee gemeint sei. Die großen Wirkungen der Ebbe und Fluth in den aestuariis, welche Bernstein auswerfen, wo nach Servius Ausdruck „mare vicissim tum accedit, tum recedit," passen ebenfalls nur auf die Küstengegend zwischen dem Helder und der cimbrischen Halbinsel und nicht auf die Ostsee, in der des Timäus Insel Baltia (Plin. XXXVII, 2) liegen mag. Abalus, eine Tagereise von einem aestuarium entfernt, kann daher nicht die kurische Nehrung sein. Vergl. auch über die Fahrt des Pytheas nach der westlichen Küste von Jütland und den Bernsteinhandel längs dem ganzen Littoral von Skagen bis zu den Niederlanden Werlauff, Bidrag til den nordiske Ravhandels Historie (Kopenh. 1835). Nicht Plinius, sondern erst Tacitus kennt das glessum der Ostsee-Küsten im Lande der Aestyer (Aestuorum gentium) und der Veneder, von welchen der große Sprachforscher Schaffarik (slawische Alterthümer Th. I. S. 151—165) ungewiß ist, ob sie Slaven oder Germanen waren. Die lebhaftere unmittelbare Verbindung mit der samländischen Ostseeküste und mit den Aestyern mittelst des Landweges durch Pannonien über Carnuntum, den ein römischer Ritter unter Nero einschlug, scheint mir in die spätere Periode der römischen Cäsaren zu fallen (Voigt, Gesch. Preußens Bd. I. S. 85). Von den Verbindungen zwischen der preußischen Küste und den griechischen Colonien am schwarzen Meere zeugen schöne, wahrscheinlich vor Olymp. 85 geprägte Münzen, die man in den neuesten Zeiten im Netze-District gefunden hat (Levezow in den Abhandl. der Berl. Akad. der Wiss. aus dem J. 1833 S. 181—224). Zu verschiedenen Zeiten ist wohl auch aus sehr verschiedenen Gegenden das an die Küsten angeschwemmte oder gegrabene (Plin. XXXVII, cap. 2) Electron, der Sonnenstein der uralten Eridanus-Mythe, auf See- und Landwegen dem Süden zugeströmt. Der „an zwei Orten in Scythien gegrabene Bernstein war theilweise sehr dunkel gefärbt." Allerdings wird noch heute bei Kaltschedansk unfern Kamensk am Ural Bernstein gesammelt; wir haben Fragmente davon in Braunkohle eingehüllt in Katharinenburg erhalten (G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 481 und Sir Roderick Murchison in Geology of Russia Vol. I. p. 366). Das den Bernstein oft umschließende fossile Holz hatte früh auch die Aufmerksamkeit der Alten auf sich gezogen. Das damals so kostbare Harz wurde bald der Schwarzpappel (nach dem Chier Scymnus v. 396 pag. 367, Letronne), bald einem Baume aus dem Cedern- oder Fichtengeschlechte (nach Mithridates in Plin. XXXVII cap. 2 und 3) zugeschrieben. Die neuesten vortrefflichen Untersuchungen des Prof. Göppert zu Breslau haben gelehrt, daß die Ahndung des römischen Sammlers die richtigere war. Vergl. über den fossilen Bernsteinbaum (Pinites succinifer) einer untergegangenen Pflanzenwelt Kosmos Buch I. S. 149 und Berendt, organische Reste im Bernstein Bd. I. Abth. 1. 1845 S. 89

Gallien bis an den Rhodanus führten, so gelangte der Bernstein (electrum) von Volk zu Volk durch Germanien und das Gebiet der Kelten an beiden Abhängen der Alpen zum Padus, durch Pannonien an den Borysthenes. Dieser Landhandel setzte so zuerst die Küsten des nördlichen Oceans in Verbindung mit dem adriatischen Meerbusen und dem Pontus.

Von Carthago und wahrscheinlich von den 200 Jahre früher gegründeten Ansiedelungen Tartessus und Gades aus haben die Phönicier einen wichtigen Theil der Nordwestküste von Afrika erforscht, weit jenseits dem Cap Bojador: wenn auch der Chretes des Hanno wohl weder der Chremetes der Meteorologie des Aristoteles, noch unser Gambia ist*). Dort lagen die vielen Städte der Tyrier, deren Zahl Strabo bis zu 300 erhöht und die von den Pharusiern und Nigriten†) zerstört wurden. Unter ihnen war Cerne (Dicuil's Gaulea nach Letronne) die Hauptstation der Schiffe wie der Hauptstapelplatz der colonisirten Küste. Die canarischen Inseln und die Azoren, welche letzteren des Columbus Sohn Don Fernando für die von den Carthagern aufgefundenen Kassiteriden hielt, sind gegen Westen, die Orcaden, Faröer-Inseln und Island sind gegen Norden gleichsam vermittelnde Stationen geworden, um nach dem Neuen Continent überzugehen. Sie bezeichnen die zwei Wege, auf denen zuerst der europäische Theil des Menschengeschlechts mit dem von Nord- und Mittelamerika bekannt worden ist. Diese Betrachtung giebt der Frage, ob und wie früh die Phönicier des Mutterlandes oder die der iberischen und afrikanischen Pflanzstädte (Gadeira, Carthago, Cerne) Porto Santo, Madera und die canarischen Inseln gekannt haben, eine große, ich möchte sagen eine weltgeschichtliche Wichtigkeit. In einer langen Verkettung von Begebenheiten spürt man gern dem ersten Kettengliede nach. Wahrscheinlich sind seit der phönicischen Gründung von Tartessus und Utica bis zur Entdeckung von Amerika auf dem nördlichen Wege, d. i. bis zu Erich Rauda's Uebergang nach Grönland, dem bald Seefahrten bis Nord-Carolina folgten, volle 2000 Jahre: auf dem südwestlichen Wege, welchen Christoph Columbus einschlug, indem er nahe bei dem altphönicischen Gadeira auslief, 2500 Jahre verflossen.

Wenn wir nun nach dem Bedürfniß der Verallgemeinerung der Ideen, welche diesem Werke obliegt, die Auffindung einer Inselgruppe, die nur 42 geographische Meilen von der afrikanischen Küste entfernt ist, als das erste Glied einer langen Reihe gleichmäßig gerichteter Bestrebungen betrachten; so ist hier nicht von einer aus dem Innern des Gemüthes erzeugten Dichtung, von dem Elysion, den Inseln der Seligen die Rede, welche an den Grenzen der Erde im Oceanus von der nahe untergehenden Sonnenscheibe erwärmt werden. In der weitesten Ferne dachte man sich alle Anmuth des Lebens, die kostbarsten Erzeugnisse ‡) der Erde. Das ideale Land, die geographische Mythe des Elysion ward weiter gegen Westen geschoben, über die Säulen des Hercules hinaus, je nachdem die Kenntniß des Mittelmeers bei den Hellenen sich erweiterte. Die wirkliche Weltkunde, die frühesten Entdeckungen der Phönicier, über deren Epoche keine bestimmte Nachricht zu uns gekommen ist, haben wahrscheinlich nicht zu jener Mythe von seligen Inseln Veranlassung gegeben, es ist die Mythe erst nachher gedeutet worden. Die geographische Entdeckung hat nur ein Phantasie-Gebilde verkörpert, ihm gleichsam zum Substrat gedient.

Wo spätere Schriftsteller (wie ein unbekannter Compilator der dem Aristoteles zugeschriebenen Sammlung wunderbarer Erzählungen, welcher den Timäus benutzte,

---

*) S. über den Chremetes Aristot. Meteor. lib. I. p. 350 Bekk., und über die südlichsten Punkte, deren Hanno in seinem Schiffs-Journal Erwähnung thut, meine Rel. hist. T. I. p. 172 und Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 39, 180 und 288, T. III. p. 135. (Gossellin, Recherches sur la Géogr. systém. des anciens T. I. p. 94 und 98: Ukert, Th. I, 1. S. 61—66.

†) Strabo lib. XVII, p. 826. Die Zerstörung phönicischer Colonien durch Nigriten (lib. II. pag. 131) scheint auf eine sehr südliche Lage zu deuten, mehr vielleicht als die Crocodile und Elephanten, welche Hanno nennt: da beide bestimmt ehemals nördlich von der Wüste Sahara in Maurusien und im ganzen westlichen Atlas gefunden wurden, wie Strabo lib. XVII p. 827, Aelian de Nat. Anim. VII. 2, Plin. V, 1 und viele Vorfälle der Kriege zwischen Rom und Carthago beweisen. Vergl. über diesen wichtigen Gegenstand der Geographie der Thiere Cuvier, Ossemens fossiles 2 éd. T. I. p. 74 und Quatremère a. a. O. p. 391–394.)

‡) Herod. III, 106.

oder noch ausführlicher Diodor von Sicilien) der anmuthigen Inseln erwähnen, die man für die canarischen halten kann, wird großer Stürme gedacht, welche die zufällige Entdeckung veranlaßt haben. Phönicische und carthagische Schiffe, heißt es, „welche nach der (damals schon vorhandenen) Niederlassungen an der Küste Libyens segelten," wurden in das Meer hinausgetrieben. Die Begebenheit soll sich in der frühen Zeit der tyrrhenischen Seeherrschaft, in der des Streites zwischen den tyrrhenischen Pelasgern und den Phöniciern zugetragen haben. Statius Sebosus und der numidische König Juba nannten zuerst die einzelnen Inseln, aber leider nicht mit punischen Namen, wenn auch gewiß nach Notizen, die aus punischen Büchern geschöpft waren. Weil Sertorius, aus Hispanien vertrieben, nach Verlust seiner Flotte sich mit den Seinen „nach einer Gruppe von nur zwei atlantischen Inseln, 10000 Stadien im Westen vom Ausflusse des Bätis," retten wollte, so hat man vermuthet, Plutarch habe die beiden Inseln Porto Santo und Madera gemeint*), welche Plinius nicht undeutlich als Purpurariae bezeichnet. Die heftige Meeresströmung, welche jenseits der Hercules-Säulen von Nordwesten gegen Südost gerichtet ist, konnte allerdings die Küstenfahrer lange hindern die vom Continent entferntesten Inseln, von denen nur die kleinere (Porto Santo) im 15ten Jahrhundert bevölkert gefunden ward, zu entdecken. Der Gipfel des großen Vulkans von Teneriffa hat, wegen der Erdkrümmung, auch bei einer starken Strahlenbrechung von den phönicischen Schiffern, die an der Continentalküste hinschifften, nicht gesehen werden können; wohl aber nach meinen Untersuchungen von den mäßigen Anhöhen, welche das Cap Bojador umgeben†), besonders bei Feuersausbrüchen und durch den Reflex eines hohen über dem Vulkan stehenden Gewölkes. Behauptet man doch in Griechenland in neueren Zeiten Ausbrüche des Aetna vom Gebirge Taygetos aus gesehen zu haben‡).

---

*) Ich habe diesen oft bestrittenen Gegenstand wie die Stellen des Diodor (V, 19 und 20) und Pseudo-Aristoteles (Mirab. Auscult. cap. 85 pag. 172. Bekk.) an einem anderen Orte umständlich behandelt (Examen crit. T. I. p. 130—139, T. II. p. 158 und 169 T. III. p. 137—140). Die Compilation der Mirab. Auscult. scheint älter als das Ende des ersten punischen Krieges, da sie (cap. 105 pag. 211) Sardinien unter der Botmäßigkeit der Carthager schildert. Merkwürdig ist auch, daß die waldreiche Insel, deren dieses Werk erwähnt, als unbewohnt (also von Guanschen unbevölkert) beschrieben wird. Guanschen (Guanches) bewohnten die ganze Gruppe der canarischen Inseln; aber in der That nicht die Insel Madera, auf welcher weder Johann Gonzalves und Tristan Vaz 1519, noch der frühere Robert Masham mit Anna Dorset (falls ihre Robinsonade geschichtlich sicher ist) Einwohner fanden. Heeren bezieht die Beschreibung des Diodor auf Madera allein, doch in dem mit punischen Schriften so vertrauten Festus Avienus (v. 164) glaubt er die häufigen vulkanischen Erderschütterungen des Pics von Teneriffa (Ideen über Politik und Handel Th. II. Abth. 1. 1862 S. 106) erkennen zu dürfen. Dem geographischen Zusammenhange nach scheint mir in der Darstellung des Avienus (Examen critique T. III. p. 138) eine nördlichere Gegend, vielleicht selbst im Kronischen Meere gemeint zu sein. Der punischen Quellen, die Juba benutzte, erwähnt auch Ammianus Marcellinus XXII, 15. Ueber die Wahrscheinlichkeit des semitischen Ursprungs der Benennung der canarischen Inseln (der Hundeinseln des lateinisch etymologisirenden Plinius!) s. Credner, die biblische Vorstellung vom Paradiese in Illgen's Zeitschr. für die historische Theologie Bd. VI. 1836 S. 166–186. Am gründlichsten und literarisch vollständigsten ist neuerlichst alles, was von den ältesten Zeiten bis zum Mittelalter über die canarischen Inseln geschrieben worden ist, zusammengestellt worden in einer Arbeit von Joaquim José da Costa de Macedo unter dem Titel: Memoria em que se pretende provar que os Arabes não conhecerão as Canarias antes dos Portuguezes, 1844. Wenn neben den Sagen die Geschichte schweigt, in so fern sie auf sichere und bestimmt ausgedrückte Zeugnisse gegründet ist, so bleiben nur verschiedene Abstufungen der Wahrscheinlichkeit übrig; ein absolutes Abläugnen alles Thatsächlichen in der Weltgeschichte, wo die Zeugnisse unbestimmter sind, scheint mir aber keine glückliche Anwendung der philologischen und historischen Kritik zu sein. Die vielen uns aus dem Alterthume überkommenen Angaben und eine genaue Erwähnung der räumlichen Verhältnisse, besonders der großen Nähe von alten unbestreitbaren Ansiedlungen der afrikanischen Küste lassen mich glauben an eine Kenntniß der canarischen Inselgruppe bei den Phöniciern, Carthagern, Griechen und Römern, vielleicht selbst bei den Etruskern.

†) Vergl. die Berechnungen in meiner Rel. hist. T. I. p. 140 und 287. Der Pic von Teneriffa ist 2°49' im Bogen von dem nächsten Punkte der afrikanischen Küste entfernt. Bei einer Annahme mittlerer Strahlenbrechung von 0,08 kann der Gipfel des Pics also von einer Höhe von 202 Toisen gesehen werden, also von den Montañas negras unfern des Vorgebirges Bojador. In dieser Rechnung ist der Pic zu 1904^t über der Meeresfläche angenommen. Neuerlichst haben ihn trigonometrisch Capitän Vidall 1910, die Herren Coupvent und Dumoulin barometrisch 1900^t hoch gefunden (d'Urville Voyage au Pol Sud. Hist. T. I. 1842 p. 31 und 32). Aber Lancerote mit einem 300^t hohen Vulkan, la Corona (Leop. v. Buch, canarische Inseln S. 104) und Fortaventura liegen der Küste viel näher als Teneriffa: die erste dieser Inseln in 1° 15', die zweite in 1° 2' Entfernung.

‡) Roß hat der Behauptung nur als einer Sage erwähnt, in Hellenika Bd. I. S. XI. Sollte die Beobachtung nicht auf einer bloßen Täuschung beruht haben? Wenn man die Höhe des Aetna über dem Meere zu 1704 Toisen (Br. 37° 45', Länge 12° 41' von Paris), die des Beobachtungsortes auf dem Taygetus an

In der Aufzählung der Elemente einer erweiterten Erdkenntniß, welche früh den Griechen aus anderen Theilen des mittelländischen Meerbeckens zuströmten, sind wir bisher den Phöniciern und Carthagern in ihrem Verkehr mit den nördlichen Zinn- und Bernsteinländern wie in ihren der Tropengegend nahen Ansiedelungen an der Westküste von Afrika gefolgt. Es bleibt uns übrig an eine Schifffahrt gegen Süden zu erinnern, welche die Phönicier tausend geographische Meilen östlich von Cerene und Hanno's Westhorne weit über den Wendekreis in das prasodische und indische Meer führte. Mag auch Zweifel über die Localisirung der Namen von fernen Goldländern (Ophir und Supara) übrig bleiben, mögen diese Goldländer die Westküste der indischen Halbinsel oder die Ostküste von Afrika sein: immer ist es gewiß, daß derselbe regsame, alles vermittelnde, früh mit Buchstabenschrift ausgerüstete semitische Menschenstamm von den Kassiteriden an bis südlich von der Straße Bab-el-Mandeb tief innerhalb der Tropen-Region in Contact mit den Erzeugnissen der verschiedenartigsten Klimate trat. Tyrische Wimpel wehten zugleich in Britannien und im indischen Ocean. Die Phönicier hatten Handelsniederlassungen in dem nördlichsten Theile des arabischen Meerbusens in den Häfen von Elath und Ezion-Geber, wie im persischen Meerbusen zu Aradus und Tylos, wo nach Strabo Tempel standen, im Styl der Architectur denen am Mittelmeer ähnlich*). Auch der Caravanenhandel, welchen die Phönicier trieben, um Gewürze und Weihrauch zu holen, war über Palmyra nach dem glücklichen Arabien und dem chaldäischen oder nabatäischen Gerrha am westlichen oder arabischen Gestade des persischen Meerbusens gerichtet.

Von Ezion-Geber aus gingen die Hiram-Salomonischen Expeditionen, gemeinschaftliche Unternehmungen der Tyrier und Israeliten, durch die Meerenge Bab-el-Mandeb nach Ophir (Opheir, Sophir, Sophara, das sanskritische Supara†) des Ptolemäus). Der prachtliebende Salomo ließ eine Flotte am Schilfmeere bauen, Hiram gab ihm seekundige phönicische Schiffsleute und auch tyrische Schiffe, Tarschischfahrer‡). Die Waaren, welche aus Ophir zurückgebracht wurden, waren Gold, Silber, Sandelholz (algummim), Edelgesteine, Elfenbein, Affen (kophim) und Pfauen (thukkiim). Die Namen für diese Waaren sind nicht hebräisch, sondern indisch||). Nach den scharfsinnigen Unter-

---

Elias-Berge zu 1236 Toisen (Br. 36° 57', Länge 20° 1') und die Entfernung beider 88 geogr. Meilen annimmt, so ergeben sich für die Höhe des Punktes, von welchem der Lichtstrahl über dem Aetna ausging, um auf dem Taygetos gesehen zu werden, volle 7612 Toisen, also 4½mal die Höhe des Aetna. Könnte man dagegen, bemerkt mein Freund Herr Professor Encke, den Reflex einer zwischen dem Aetna und Taygetos stehenden reflectirenden Fläche, d. i. den Reflex eines Gewölks annehmen, das 46 Meilen vom Aetna und 42 Meilen vom Taygetos entfernt wäre, so brauchte die Höhe der reflectirenden Fläche über dem Meeresspiegel nur 280 Toisen zu sein.

*) Strabo lib. XVI. p. 767 Casaub. Nach Polybius sollte man vom Gebirge Aimon den Pontus und das Adriatische Meer sehen können, was schon Strabo (lib. VII p. 313) bespöttelt. (Vergl. Scymnus p. 93.)

†) Ueber die Synonymie von Ophir s. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 42. Ptolemäus hat lib. VI cap. 7 p. 156 ein Sapphara, Metropolis von Arabien, und lib. VII cap. 1 p. 168 Supara im Golf von Cambeya (Barigazenus sinus, nach Hesychius), „eine an Gold reiche Gegend!" Supara bedeutet indisch Schönufer. (Lassen, Diss. de Taprobane p. 18 und indische Alterthumskunde Bd. I. S. 107; Keil, Professor in Dorpat, über die Hiram-Salomonische Schifffahrt nach Ophir und Tarsis S. 40—45.)

‡) Ob Tarsisschiffe Weltmeerschiffe sind? ob sie, was Michaelis bestreitet, vom phönicischen Tarsus in Cilicien ihren Namen haben? S. Keil S. 7, 15—22 und 71—84.

||) Gesenius, Thesaurus linguae hebr. T. I. p. 141 und derselbe in der Encykl. von Ersch und Gruber Sect. III. Th. IV. S. 401; Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 538; Reinaud, Relation des Voyages faits par les Arabes dans l'Inde et en Chine T. I. 1845 p. XXVIII. Der gelehrte Quatremère, der Ophir in einer ganz neuerlich erschienenen Abhandlung (Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XV. P. 2. 1845 p. 349—402 wieder wie Heeren für die östliche Küste von Afrika hält, erklärt das Wort thukkiim (thukkiyyim) nicht durch Pfau, sondern durch Papagai oder Perlhuhn (p. 375). Ueber Sokotora vergl. Bohlen, das alte Indien Th. II. S. 139 mit Benfey, Indien S. 30—32. Sofala wird von Edrisi (in Amédée Jaubert's Uebersetzung T. I. p. 67) und später nach Gama's Entdeckungsreise von den Portugiesen (Barros Dec. I. liv. X cap. 1 (P. 2.) p. 375; Külb, Geschichte der Entdeckungsreisen Th. I. 1841 S. 236) als ein goldreiches Land beschrieben. Ich habe an einem anderen Orte darauf aufmerksam gemacht, daß Edrisi in der Mitte des 12ten Jahrhunderts von der Anwendung des Quecksilbers in den Goldwäschen der Neger dieser Gegend als einer längst eingeführten Amalgamations-Methode spricht. Wenn man der häufigen Verwechselung von r und l gedenkt, so findet sich der Name des ost-afr[illegible] Sofala vollkommen wieder in der For[illegible] welche für das Salomonisch-Hiramsch[illegible]ertragung der Septuaginta neben me[illegible] vorkommt. Auch Ptolemäus [illegible] (s. Anmerkung †) erwähnt, [illegible] bien (Ritter, Asien Bd. V[illegible]

hunderte eigenthümlich gestempelt hat) in seinen abgeleiteten und entfernten Aeußerungen politisch noch heute fortwirkt*).

Ein eigenthümlicher, hier besonders zu bezeichnender Charakterzug des tuscischen Stammes war die Neigung zu einem innigen Verkehr mit gewissen Naturerscheinungen. Die Divination (das Geschäft der ritterlichen Priestercaste) veranlaßte eine tägliche Beobachtung der meteorologischen Processe des Luftkreises. Die Blitzschauer (Fulguratoren) beschäftigten sich mit Erforschung der Richtung der Blitze, dem „Herabziehen" und dem „Abwenden" derselben†). Sie unterscheiden sorgfältig Blitze aus der hohen Wolkenregion von denen, welche Saturn, ein Erdgott‡), von unten aufsteigen läßt und die man saturnische Erdblitze nannte: ein Unterschied, welchen die neuere Physik wieder einer besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat. So entstanden officielle Verzeichnisse täglicher Gewitter-Beobachtungen||). Auch die von den Tuskern geübte Kunst des Wasserspürens (aquaelicium) und Quellen-Hervorlockens setzte bei den Aquilegen eine aufmerksame Erforschung natürlicher Merkmale der Schichtung des Gesteins und der Unebenheiten des Bodens voraus. Diodor preist deshalb die Tusker als forschende Naturkundige. Wir wollen zu diesem Lobe hinzusetzen, daß die vornehme und mächtige Priestercaste von Tarquinii das seltsame Beispiel einer Begünstigung des physikalischen Wissens dargeboten hat.

Wir haben, ehe wir zu den Hellenen, zu dem hochbegabten Stamme übergehen, in dessen Cultur die unsrige am tiefsten wurzelt und aus dessen Ueberlieferungen wir einen wichtigen Theil aller früheren Völkerkunde und Weltansicht schöpfen, die alten Sitze der Menschenbildung in Aegypten, Phönicien und Etrurien genannt. Wir haben das Becken des Mittelmeers in seiner eigenthümlichen Gestaltung und Weltstellung, in dem Einfluß dieser Verhältnisse auf den Handelsverkehr mit der Westküste von Afrika, mit dem hohen Norden, mit dem arabisch-indischen Meere betrachtet. An keinem Punkte der Erde ist mehr Wechsel der Macht und unter geistigem Einfluß mehr Wechsel eines bewegten Lebens gewesen. Die Bewegung hat sich durch Griechen und Römer, besonders seitdem letztere die phönicisch-carthagische Macht gebrochen, weit und dauernd fortgepflanzt. Dazu ist das, was wir den Anfang der Geschichte nennen, nur das Selbstbewußtsein später Generationen. Es ist ein Vorzug unserer Zeit, daß durch glänzende Fortschritte in der allgemeinen und vergleichenden Sprachkunde, durch das sorgfältigere Aufsuchen der Monumente und die sichrere Deutung derselben sich der Blick des Geschichtsforschers täglich erweitert, daß schichtweise sich

---

*) Die Etrusker von Otfried Müller Abth. II. S. 350; Niebuhr, römische Geschichte Th. II. S. 380.

†) Wenn man ehemals in Deutschland dem Pater Angelo Cortenovis nachfabelte, daß das von Varro beschriebene, mit einem ehernen Hut und ehernen herabhangenden Ketten gezierte Grabmal des Helden von Clusium, Lars Porsena, ein atmosphärischer Electricitäts-Sammler oder ein Blitzableitungs-Apparat (wie nach Michaelis die metallenen Spitzen auf dem Salomonischen Tempel) gewesen sei; so geschah dies zu einer Zeit, in der man den alten Völkern gern die Reste einer geoffenbarten, bald aber wieder verdunkelten Urphysik zuschrieb. Ueber den nicht schwer aufzufindenden Verkehr zwischen Blitz und leitenden Metallen scheint mir noch immer die wichtigste Notiz die des Ktesias (Indica cap. 4 pag. 169 ed. Lion, pag. 248 ed. Baehr) zu sein. „Er habe," heißt es, „zwei eiserne Schwerdter besessen, Geschenke des Königs (Artaxerxes M[illegible] und dessen Mutter (Parysatis): Schwerdter, [illegible] die Erde gepflanzt, Gewölk, Hagel und Blitzstr[illegible] wendeten. Er habe die Wirkung selbst gesch[illegible] König zw[illegible] seinen Augen das Expe[illegible] macht." [illegible] Aufmerksamkeit der [illegible] die met[illegible] des Luftkreises, auf [illegible] von der [illegible] Büchern nichts auf uns gekommen ist. Die Epochen der Erscheinung großer Cometen, des Falls von Meteorsteinen und Sternschnuppenschwärmen waren gewiß darin eben so aufgezeichnet als in den von Eduard Biot benutzten älteren chinesischen Annalen. Creuzer (Symbolik und Mythologie der alten Völker Th. III. 1842 S. 659) hat zu zeigen gesucht, wie die Naturbeschaffenheit von Etrurien auf die eigenthümliche Geistesrichtung der Bewohner wirken konnten. Ein Hervorlocken der Blitze, welches dem Prometheus zugeschrieben wird, erinnert an das sonderbare vorgebliche Herabziehen der Blitze durch die Fulguratoren. Es bestand aber diese Operation in einem bloßen Herabbeschwören, und mag wohl nicht wirksamer gewesen sein als der abgehäutete Eselskopf, durch den nach tuscischen Religionsgebräuchen man sich vor einem Ungewitter schützen konnte.

‡) Otfr. Müller, Etrusker Abth. II. S. 162 bis 178. Nach der sehr verwickelten etruscischen Auguraltheorie unterschied man die sanft erinnernden Blitze, welche Jupiter aus eigener Machtvollkommenheit sendet, von den heftigeren electrischen Zuchtmitteln, die Jupiter constitutionsmäßig nur nach vorhergehender Berathung aller zwölf Götter senden durfte (Seneca, Nat. Quaest. II, 41).

||) Joh. Lydus de Ostentis ed. Hase pag. 18 in fat.

ein höheres Alterthum unseren Augen zu offenbaren beginnt. Neben den Culturvölkern des Mittelmeers, die wir oben aufgeführt, zeigen noch manche andere Stämme Spuren alter Bildung: in Vorder-Asien die Phrygier und Lycier, im äußersten Westen die Turduler und Turdetaner*). Von diesen sagt Strabo: „sie sind die gebildetsten aller Iberer, bedienen sich der Schreibkunst und haben Schriftbücher alter Denkzeit, auch Gedichte und Gesetze in Versmaaß, denen sie ein Alter von sechstausend Jahren beilegen." Ich habe bei diesem einzelnen Beispiele verweilt, um daran zu erinnern, wie vieles von einer alten Cultur selbst bei europäischen Nationen für uns spurlos verschwunden ist, wie die Geschichte der frühesten Weltanschauung auf einen engen Kreis beschränkt bleibt.

Ueber den 48sten Breitengrad hinaus, nördlich vom asowschen und caspischen Meere, zwischen dem Don, der nahen Wolga und dem Jaik, wo dieser dem goldreichen südlichen Ural entquillt, sind Europa und Asien durch flache Steppenländer wie in einander verflossen. Auch betrachtet Herodot wie schon Pherecydes von Syros das ganze nördliche scythische Asien (Sibirien) als zum sarmatischen Europa gehörig†), ja als Europa selbst. Gegen Süden ist unser Erdtheil von Asien scharf getrennt; aber die weit vorgestreckte kleinasiatische Halbinsel wie der formreiche Archipelagus des ägäischen Meeres (gleichsam eine Völkerbrücke zwischen zwei Welttheilen) haben den Menschenstämmen, den Sprachen und der Gesittung leichten Uebergang gewährt. Vorder-Asien ist seit der frühesten Zeit die große Heerstraße von Osten her einwandernder Völker gewesen, wie der Nordwesten von Hellas die Heerstraße vordringender illyrischer Stämme war. Die ägäische Inselwelt, welche theilweise nach einander phönicischer, persischer und griechischer Herrschaft unterlag, war das vermittelnde Glied zwischen dem Griechenthum und dem fernen Orient.

Als das phrygische Reich dem lydischen und dieses dem Perserreiche einverleibt wurde, erweiterte der Contact den Ideenkreis der asiatischen und europäischen Griechen. Die persische Weltherrschaft erstreckte sich durch die kriegerischen Unternehmungen des Cambyses und Darius Hystaspis von Cyrene und dem Nil bis in die Fruchtländer des Euphrats und des Indus. Ein Grieche, Scylax von Karyanda, wurde gebraucht, den Lauf des Indus von dem damaligen Gebiete von Kaschmir (Kaspapyrus‡) bis zu seiner Mündung zu erforschen. Der Verkehr der Griechen mit Aegypten (mit Naucratis und dem pelusischen Nilarme) war schon lebhaft vor der persischen Eroberung, er war es unter Psammitich und Amasis||). Die hier geschilderten Verhältnisse entzogen viele Griechen dem heimischen Boden, nicht etwa bloß bei Stiftung von fernen Colonien, deren wir später erwähnen werden, sondern um als Söldner den Kern fremder Heere zu bilden: in Carthago¶), Aegypten, Babylon, Persien und dem bactrischen Oxus-Lande.

Ein tieferer Blick in die Individualität und volksthümliche Gestaltung der verschiedenen griechischen Stämme hat gezeigt, daß, wenn bei den Doriern und theilweise bei den Aeoliern eine ernste, fast innungsartige Abgeschlossenheit herrscht, dem heiteren ionischen Stamme dagegen ein durch Forschbegier und Thatkraft unaufhaltsam angeregtes, nach innen und außen bewegtes Leben zuzuschreiben ist. Von objectiver Sinnesart geleitet, durch Dichtung und Kunst phantasiereich verschönert, hat das ionische Leben überall, wo es in den Pflanzstädten verbreitet war, die wohlthätigen Keime fortschreitender Bildung ausgestreut.

War dem Charakter der griechischen Landschaft**) der eigenthümliche Reiz einer

---

*) Strabo lib. III. p. 139 Casaub. Vergl. Wilhelm von Humboldt über die Urbewohner Hispaniens 1821 S. 123 und 131—136. Mit der Entzifferung des iberischen Alphabets hat sich neuerlichst Herr de Saulcy glücklich beschäftigt, wie der scharfsinnige Entdecker der Keilschrift Grotefend mit den Phrygiern und Sir Charles Fellows mit den Lyciern. (Vergl. Roß, Hellenika 1846 Bd. I. S. XVI.)

†) Herod. IV, 42 (Schweighäuser ad Herod. T. V. p. 204). Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. p. 54 und 577.

‡) Ueber die wahrscheinlichste Etymologie von Kaspapyrus des Hecatäus (Fragm. ed. Klausen No. 179 v. 94) und Kaspatyrus des Herodot (III, 102 und IV, 44) s. meine Asie centrale T. I. p. 101—104.

||) Psemetek und Achmes, s. oben Kosmos Buch II. S. 254.

¶) Droysen, Geschichte der Bildung des hellenistischen Staatensystems 1843 S. 23.

**) Kosmos Buch II. S. 195.

innigen Verschmelzung des Festen und Flüssigen gegeben, so mußte die Gliederung der Länderform, welche diese Verschmelzung begründet, auch früh die Griechen zu Schifffahrt, zu thätigem Handelsverkehr und zu der Berührung mit Fremden anreizen. Auf die Seeherrschaft der Creter und Rhodier folgten die, freilich anfangs auf Menschenraub und Plünderung gerichteten Expeditionen der Samier, Phocäer, Taphier und Thesproten. Die Hesiodische Abneigung gegen das Seeleben bezeugt wohl nur eine individuelle Ansicht oder die schüchterne Unkunde in der Nautik bei anfangender Gesittung im Festlande von Hellas. Dagegen haben die ältesten Sagengeschichten und Mythen Bezug auf weite Wanderungen, auf eine weite Schifffahrt, eben als erfreue sich die jugendliche Phantasie des Menschengeschlechts an dem Contraste zwischen den idealen Schöpfungen und einer beschränkten Wirklichkeit; so die Züge des Dionysus und Hercules (Melkarth im Tempel zu Gadeira), die Wanderung der Io *), des oft wieder erstandenen Aristeas, des hyperboreischen Wundermannes Abaris, in dessen leitendem Pfeile †) man ein Compaß zu erkennen gewähnt hat. In solchen Wanderungen spiegeln sich gegenseitig Begebenheiten und alte Weltansichten; ja die fortschreitende Veränderlichkeit der letzteren wirkt auf das Mythisch-Geschichtliche zurück. In den Irrfahrten der von Troja zurückkehrenden Helden ließ Aristonikus den Menelaus selbst Afrika mehr denn 500 Jahre vor Neko umschiffen ‡) und von Gadeira nach Indien segeln.

In der Periode, die wir hier behandeln, in dem Griechenthum vor dem macedonischen Feldzuge nach Asien giebt es drei Begebenheiten, welche einen vorzüglichen Einfluß auf den erweiterten Gesichtskreis hellenischer Weltanschauung gehabt haben. Diese Begebenheiten sind die Versuche aus dem Becken des Mittelmeeres gegen Osten und Westen vorzudringen, und die Gründung zahlreicher Colonien von der Hercules-Straße bis zum nordöstlichsten Pontus: Colonien, welche ihrer politischen Verfassung nach vielgestalteter und den Fortschritten geistiger Bildung günstiger waren als die der Phönicier und der Carthager im ägäischen Meere, in Sicilien, Iberien, an der Nord- und Westküste von Afrika.

Das Vordringen gegen Osten ungefähr zwölf Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, 150 Jahre nach Ramses Miamen (Sesostris) wird, als geschichtliche Begebenheit betrachtet, der Zug der Argonauten nach Kolchis genannt. Die wirkliche, aber mythisch eingekleidete, d. h. in der Darstellung mit Idealem, Innerlich-Erzeugtem gemischte Begebenheit ist ihrem einfachen Sinne nach die Erfüllung eines nationalen Bestrebens den unwirthbaren Pontus zu eröffnen. Die Prometheus-Sage und die Entfesselung des feuerzündenden Titanen am Kaukasus auf der östlichen Wanderung des Hercules, das Aufsteigen der Io aus dem Thal des Hybrites ||) nach dem Kaukasus, die Mythe von Phrixus und Helle bezeichnen alle dieselbe Richtung des Weges, die Bestrebung in den euxinischen Pontus vorzudringen, in welchen früh schon sich phönicische Schiffer gewagt hatten.

---

*) Völcker, mythische Geographie der Griechen und Römer Th. I. 1832 S. 1—10; Klausen über die Wanderungen der Io und des Herakles in Niebuhr's und Brandis rheinischem Museum für Philologie, Geschichte und griech. Philosophie Jahrg. III. 1829 S. 293—323.

†) In der Mythe des Abaris (Herod. IV, 36) fährt der Wundermann nicht auf einem Pfeile durch die Luft, sondern er trägt den Pfeil, „den ihm Pythagoras gab (Jambl. de vita Pythag. XXIX p. 194 Kießling, damit er ihm nützlich werde in allen Hindernissen auf einer langen Irrfahrt;" Creuzer, Symbolik Th. II. 1841 S. 660—664. Ueber den mehrmals verschwundenen und wieder erschienenen Arimaspen-Sänger Aristeas von Proconnesus s. Herod. IV, 13—15.

‡) Strab. lib. I. pag. 38 Casaub.

||) Wahrscheinlich das Thal des Don oder des Kuban; vergl. meine Asie centrale T. II p. 164. — Pherecydes sagt ausdrücklich (fragm. 37 ex Schol. Apollon. II, 1214), der Kaukasus habe gebrannt und Typhon sei deshalb nach Italien geflüchtet: eine Notiz, aus welcher Klausen (a. a. O. S. 298) das ideale Verhältniß des Feuerzünders (πυρκαεύς) Prometheus zum Brandberge erklärt. Wenn auch die, neuerlichst von Abich so gründlich erspähte geognostische Beschaffenheit des Kaukasus und sein Zusammenhang mit dem vulkanischen inner-asiatischen Thian-schan (Himmelsgebirge), den ich an einem andern Orte glaube nachgewiesen zu haben (Asie centrale T. II, p. 55—59), es keineswegs unwahrscheinlich machen, daß sich in den ältesten Sagen des Menschengeschlechts Erinnerungen an große vulkanische Erscheinungen hätten erhalten können; so ist doch wohl eher anzunehmen, daß etymologische Wagnisse die Griechen auf die Hypothese des Brennens geleitet haben. Ueber die Sanskrit-Etymologien von Graucasus (Glanzberg?) s. Bohlen's und Burnouf's Aeußerungen in meiner Asie centrale T. I. p. 109.

Vor der dorischen und äolischen Wanderung war das böotische Orchomenos, nahe dem nördlichsten Ende des Sees Kopais, ein durch Handelsverkehr reicher Seestaat der Minyer. Die Argofahrt aber begann in Jolkos, dem Hauptsitz der thessalischen Minyer am pagasetischen Meerbusen. Zu verschiedenen Zeiten mannigfach umgestaltet, hat sich das Local der Sage, als Ziel und Endpunkt des Unternehmens *), statt des unbestimmten Fernlandes Aea, an die Mündung des Phasis (Rion) und an Kolchis, einen Sitz älterer Cultur, gebunden. Die Seefahrten der Milesier und ihre zahlreichen Pflanzstädte am Pontus verschafften eine genauere Kenntniß von der Ost- und Nordgrenze des Meeres. Sie gaben dem geographischen Theile der Mythe bestimmtere Umrisse. Eine wichtige Reihe neuer Ansichten bot sich gleichzeitig dar. Von dem nahen caspischen Meere kannte man lange nur das westliche Gestade: noch Hecatäus hält dies westliche Gestade †) für das des kreisenden östlichen Weltmeeres selbst. Erst der ehrwürdige Vater der Geschichte lehrte (was nach ihm sechs Jahrhunderte lang, bis Ptolemäus, wiederum bestritten ward), daß das caspische Meer ein von allen Seiten geschlossenes Becken sei.

Auch der Völkerkunde ward in dem nordöstlichen Winkel des schwarzen Meeres ein weites Feld eröffnet. Man erstaunte über die Vielzüngigkeit der Stämme ‡), und das Bedürfniß geschickter Dolmetscher (der ersten Hülfsmittel und roher Werkzeuge vergleichender Sprachkunde) wurde hier lebhaft gefühlt. Tauschhandel leitete von dem, übermäßig groß geglaubten mäotischen Busen durch die Steppe, in welcher jetzt die mittlere Kirghisen-Horde weidet, durch eine Kette scythisch-scolotischer Völkerschaften (ich halte sie für indogermanischen ||) Ursprungs), von den Argippäern und Issedonen zu den goldreichen Arimaspen ¶) an den nördlichen Abfall des Altai. Hier ist das alte Reich der Greife,

*) Otfr. Müller, Minyer S. 247, 254 und 274. Homer kannte nicht den Phasis, nicht Kolchis, nicht die Hercules-Säulen; aber der Phasis wird schon von Hesiodus genannt. Die mythischen Sagen über die Ruckkehr der Argonauten durch den Phasis in den östlichen Ocean und den durch die vorgebliche Bifurcation des Ister oder durch den gedoppelten, von vulkanischen Erderschütterungen gebildeten Tritonsee (Asie centr. T. I. p. 179, T. III. p. 135—137; Otfr. Müller, Minyer S. 357) sind von besonderer Wichtigkeit für die Kenntniß der frühesten Ansichten über die Gestaltung der Continente. Geographische Phantasien von Peisandros, Timagetus und dem Rhodier Apollonius haben sich ubrigens bis in das späte Mittelalter fortgepflanzt; sie sind bald verwirrende, abschreckende Hindernisse, bald Anreizung zu wirklichen Entdeckungen geworden. Diese Rückwirkung des Alterthums auf die späteren Zeiten, in denen man sich fast mehr von Meinungen als von wirklichen Beobachtungen leiten ließ, wurde leider bisher in der Geschichte der Geographie nicht hinlänglich beachtet. Es ist der Zweck der Anmerkungen zum Kosmos, nicht etwa bloß bibliographische Quellen aus verschiedenen Literaturen zur Erläuterung dessen darzubieten, was im Texte behauptet wird; ich habe in diesen Anmerkungen, die eine freiere Bewegung gestatten, auch einen reichhaltigen Stoff des Nachdenkens niederlegen wollen, so wie ich ihn aus der Erfahrung und aus langen literarischen Studien habe schöpfen können.

†) Hecataei fragm. ed. Klausen p. 39, 92, 98 und 119. S. auch meine Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des caspischen Meeres von Herodot bis zu den Arabern El-Istachri, Edrisi und Ibn-el-Vardi, über den Aral-See, die Bifurcation des Oxus und den Araxes in der Asie centr. T. II. p. 162—297.

‡) Cramer de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 8 und 17. Die alten Kolcher scheinen identisch gewesen zu sein mit dem Stamme der Lazen (Lazi, gentes Colchorum, Plin. VI, 4); die Λαζοί der byzantinischen Schriftsteller); s. Vater (Professor in Casan) der Argonautenzug aus den [illegible] dargestellt, 1845 Heft I. S. 24, Heft II. S. [illegible] Kaukasus erklingen noch die Namen: Alanen (Alanethi für das Alanenland), Ossi und Aß. Nach den mit philosophischem Sprachsinn in den Thälern des Kaukasus begonnenen Arbeiten von Georg Rosen enthält die Sprache der Lazen Reste des alten kolchischen Idioms. Der iberische und grusische Sprachstamm begreift: Lazisch, Georgisch, Suanisch und Mingrelisch, alle zur Familie der indogermanischen Sprachen gehörig. Die der Osseten steht dem Gothischen näher als das Litthauische.

||) Ueber die Verwandtschaft der Scythen (Scoloten oder Sacae), Alanen, Gothen, Massa-Geten und Yueti der chinesischen Geschichtsschreiber s. Klaproth in dem Commentar zu dem Voyage du Comte Potocki T. I. p. 129, wie auch meine Asie centrale T. I. p. 400, T. II. p. 252. Procopius sagt selbst ganz bestimmt (de bello gothico IV, 5, ed. Bonn, 1833 Vol. II. pag. 476), daß die Gothen ehemals Scythen genannt wurden. Die Identität der Geten und Gothen hat Jacob Grimm in seiner neuesten Abhandlung über Jornandes 1846 S. 21 erwiesen. Die Behauptung Niebuhr's (s. dessen Untersuchungen über die Geten und Sarmaten in seinen kleinen histor. und philologischen Schriften, 1ste Samml. 1828 S. 362, 364 und 395), daß die Scythen Herodot's zur Familie der mongolischen Völkerschaften gehören, hat um so weniger Wahrscheinlichkeit, als diese Völkerschaften unter dem Joche theils der Chinesen, theils der Hakas oder Kirghisen (Χερχίς des Menander) im Anfang des 13ten Jahrhunderts noch weit im Osten von Asien um den Baikal-See wohnten. Herodot unterscheidet dazu die kahlköpfigen Argippäer (IV, 23) von den Scythen; und sind die ersteren „plattnasig," so haben sie dabei auch „ein langes Kinn," was nach meiner eigenen Erfahrung keinesweges ein physiognomisches Kennzeichen der Kalmücken oder anderer mongolischer Stämme ist; eher wohl ein Kennzeichen der blonden (germanisirenden?) Usün und Tingling, welchen die chinesischen Geschichtsschreiber „lange Pferdegesichter" zutheilen.

¶) Ueber die Wohnplätze der Arimaspen und den Goldverkehr im nordwestlichen Asien zu Herodot's Zeiten s. Asie centrale T. I. pag. 389—407.

der Sitz des **meteorologischen Mythus** *) der Hyperboreer, welcher mit Hercules weit nach Westen gewandert ist.

Man darf vermuthen, daß der oben bezeichnete, in unseren Tagen durch die sibirischen Goldwäschen wieder so berühmt gewordene Theil des nördlichen Asiens, wie das viele bei den Massageten (von gothischem Stamme) zu Herodots Zeiten angehäufte Gold, eine durch den Verkehr mit dem Pontus eröffnete wichtige Quelle des Reichthums und des Luxus für die Hellenen geworden ist. Ich setze diese Quelle zwischen den 53sten und 55sten Breitengrad. Die Region des Goldsandes aber, von welcher die im Mahabharata und in des Megasthenes Fragmenten genannten Daradas (Darder oder Derder) den Reisenden Nachricht gaben und an welche wegen des zufälligen Doppelsinnes von Thiernamen †) die oft wiederholte Fabel der Riesen-Ameisen geknüpft worden ist, gehört südlicheren Breiten von 35° oder 37° zu. Sie fällt, nach zweierlei Combinationen, entweder in das tübetische Hochland östlich von der Bolor-Kette zwischen den Himalaya und Kuen-lün, westlich von Iskardo, oder nördlich von Kuen-lün gegen die Wüste Gobi hin, welche der immer so genau beobachtende chinesische Reisende Hiuen-thsang (aus dem Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung) ebenfalls als goldreich beschreibt. Wie viel zugänglicher mußte dem Verkehr der milesischen Colonien an der nordöstlichen Küste des Pontus der nördliche Goldreichthum der Arimaspen und Massageten sein! Es schien mir geeignet in der Geschichte der Weltanschauung hier alles das zu berühren, was als eine wichtige, spät noch wirkende Folge der Eröffnung des Pontus und des ersten Vordringens der Griechen nach Osten betrachtet werden darf.

Die große alles umgestaltende Begebenheit der dorischen Wanderung und der Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes fällt ungefähr anderthalb Jahrhunderte nach der halb mythischen Argonautenfahrt, d. h. nach der Eröffnung des Pontus für die griechische Schifffahrt und den Handelsverkehr. Diese Wanderung hat gleichzeitig mit der Gründung neuer Staaten und neuer Verfassungen den ersten Anlaß zu dem **System** der Anlegung von Pflanzstädten gegeben, einem Colonial-System, das eine wichtige Lebensperiode des hellenischen Volkes bezeichnet und am einflußreichsten für die auf intellectuelle Cultur gegründete Erweiterung der Weltansicht geworden ist. Die engere Verkettung von Europa und Asien ist recht eigentlich durch Ausführung von Colonien begründet worden. Es bildeten dieselben eine Kette von Sinope, Dioscurias und dem taurischen Panticapäum an bis Saguntum und Cyrene, das von der regenlosen Thera gestiftet worden war.

Kein Volk der alten Welt hat zahlreichere und in der Mehrzahl mächtigere Pflanzstädte dargeboten als die Hellenen. Von der Ausführung der ältesten äolischen Colonien, unter

---

*) „Les Hyperboréens sont un *mythe météorologique*. Le vent des montagnes (*B'Oreas*) sort des Monts *Rhipéens*. Au-delà de ces monts, doit régner un air calme, un climat heureux, comme sur les sommets alpins, dans la partie qui dépasse les nuages. Ce sont là les premiers aperçus d'une physique qui explique la distribution de la chaleur et la différence des climats par des causes locales, par la direction des vents qui dominent, par la proximité du soleil, par l'action d'un principe humide ou salin. La conséquence de ces idées systématiques était une certaine indépendance qu'on supposait entre les climats et la latitude des lieux: aussi le mythe des Hyperboréens, lié par son origine au culte dorien et primitivement boréal d'Apollon, a pu se déplacer du nord vers l'ouest, en suivant Hercule dans ses courses aux sources de l'Ister, à l'île d'Erythia et aux Jardins des Hespérides. Les *Rhipes* au Monts *Rhipéens* sont aussi un nom significatif *météorologique*. Ce sont les montagnes de *l'impulsion* ou du souffle *glacé* (ῥιπή), celles d'où se déchaînent les tempêtes boréales." Asie centr. T. I. pag. 392 und 403.

†) Im Hindustani bezeichnet (wie schon Wilford bemerkt) von zwei Wörtern, die verwechselt werden könnten, das eine, tschiûntâ, eine große schwarze Ameisenart (woher das Diminutiv tschiûntî, tschintî, die kleine gewöhnliche Ameise; das andre, tschîtâ, ein geflecktes Pantherthier, den kleinen Jagdleoparden (Felis jubata, Schreb.). Das letzte Wort ist das Sanskritwort tschitra, buntfarbig, gefleckt, wie der bengalische Name für das Thier (tschitâbâgh und tschitibâgh, von bâgh, sanskr. wyâghra, Tiger) beweist. (**Buschmann.**) — Im Mahabharata (II, 1860) ist neuerlichst eine Stelle aufgefunden worden, in der von dem Ameisengolde die Rede ist. „Wilso invenit (Journ. of the Asiat. Soc. Vol. VII, 1843 p. 143) mentionem fieri etiam in Indicis litteris bestiarum aurum effodientium, quas, quum terram effodiant, eodem nomine (*pipilica*) atque formicas Indi nuncupant." Vergl. **Schwanbeck** in Megasth. Indicis 1846 p. 73. Auffallend ist es mir gewesen zu sehen, daß in basaltreichen Gegenden des mexicanischen Hochlandes die Ameisen glänzende Körner von Hyalit zusammentragen, die ich mir aus Ameisenhaufen sammeln konnte.

von Europa; zwei Handelsfactoreien*) im persischen Meerbusen (Tylos und Aradus, die Baharein-Inseln).

Der Bernsteinhandel, welcher wahrscheinlich zuerst nach den westlichen cimprischen Küsten†) und dann später nach der Ostsee, dem Lande der Aestyer, gerichtet war, verdankt der Kühnheit und der Ausdauer phönicischer Küstenfahrer seinen ersten Ursprung. Er bietet uns in seiner nachmaligen Ausdehnung für die Geschichte der Weltanschauung ein merkwürdiges Beispiel von dem Einflusse dar, den die Liebe zu einem einzigen fernen Erzeugniß auf die Eröffnung eines inneren Völkerverkehrs und auf die Kenntniß großer Länderstrecken haben kann. So wie die phocäischen Massilier das britische Zinn quer durch

---

von einem zinnreichen Berge Cassius im südwestlichen Spanien herzuleiten sei, welchen der dieser Gegend sehr kundige Avienus zwischen Gaddir und die Mündung eines kleinen südlichen Iberus versetzt (Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 479), ist mir sehr unwahrscheinlich. Kassiteros ist das altindische Sanskritwort kastîra. Zinn (isländ., dän., engl. tin, schwed. tenn) heißt in der malavischen und javanischen Sprache timah, eine Lautähnlichkeit, welche fast an die die des altgermanischen glossum (Name für den durchsichtigen Bernstein) mit unserem Worte Glas erinnert. Die Benennungen von Waaren und Handelsartikeln (s. oben S. 245 und Anm. †) gehen von einem Volke zum anderen in die verschiedensten Sprachfamilien über. Durch den Verkehr, welchen die Phönicier von ihren Factoreien in dem persischen Meerbusen aus mit der Ostküste von Indien trieben, hat das Sanskritwort kastira, welches ein so nützliches hinter-indisches Product bezeichnete und sich unter den alt-aramäischen Idiomen noch jetzt im Arabischen als kasdir findet, den Griechen bekannt werden können, ehe selbst Albion und die britannischen Kassiteriden besucht wurden. (Aug. Wilh. v. Schlegel in der Indischen Bibliothek Bd. II. S. 393; Benfey, Indien S. 307; Pott, etymol. Forschungen Th. II. S. 414; Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 239.) Eine Benennung wird oft ein geschichtliches Denkmal, und die etymologisirende zergliedernde Sprachforschung, von Unkundigen verspottet, trägt ihre Früchte. Den Alten war auch das Zinn, eines der seltensten Metalle auf unserem Erdkörper, im Lande der Artabrer und der Callaeci auf dem nordwestlichsten iberischen Continente bekannt (Strabo lib. III p. 147, Plin. XXXIV c. 16), also in einer größeren Nähe für die Seefahrt aus dem Mittelmeer als die Kassiteriden (Oestrymnides des Avienus). Als ich vor meiner Einschiffung nach den canarischen Inseln im Jahr 1799 in Galicien war, wurde noch daselbst im Granitgebirge ein sehr ärmlicher Bergbau getrieben (s. meine Relation hist. T. I. p. 51 und 53). Dies Vorkommen des Zinnes ist von einiger geognostischen Wichtigkeit wegen des ehemaligen Zusammenhanges von Galicien, der Halbinsel Bretagne und Cornwall.

*) Etienne Quatremère a. a. O. p. 363—370.

†) Die schon früh geäußerte Meinung (Heinzens neues Kielisches Magazin Th. II. 1787 S. 339; Sprengel, Gesch. der geogr. Entdeckungen 1792 S. 51; Voß, krit. Blätter Bd. II. S. 392—403), daß der Bernstein zuerst nur von der westlichen cimbrischen Küste durch Schifffahrt und vorzüglich durch inneren Tauschhandel auf Landwegen an das Mittelmeer gelangt sei, gewinnt immer mehr Anklang. Die gründlichste und scharfsinnigste Untersuchung dieses Gegenstandes enthält Ukert's Abhandlung über das Elektrum in der Zeitschrift für die Alterthumswissenschaft 1838 No. 52—55 S. 425—452 (vergl. damit seine Geographie der Griechen und Römer Th. II. Abth. 2. 1832 S. 26—36, Th. III, 1. 1843 S. 86, 175, 182, 320 und 349). Die Massilier, welche Heeren unter Pytheas, nach den Phöniciern, bis in die Ostsee vordringen läßt, überschritten wohl kaum die Mündungen der Weser und Elbe. Die Bernstein-Insel Glessaria (auch Austrania genannt) setzt Plinius (IV, 16) bestimmt westlich vom Vorgebirge der Cimbern in das germanische Meer, und der Zusammenhang mit der Expedition des Germanicus lehrt genugsam, daß nicht eine Insel der Ostsee gemeint sei. Die großen Wirkungen der Ebbe und Fluth in den aestuariis, welche Bernstein auswerfen, wo nach Servius Ausdruck „mare vicissim tum accedit, tum recedit," passen ebenfalls nur auf die Küstengegend zwischen dem Helder und der cimbrischen Halbinsel und nicht auf die Ostsee, in der des Timäus Insel Baltia (Plin. XXXVII, 2) liegen mag. Abalus, eine Tagereise von einem aestuarium entfernt, kann daher nicht die kurische Nehrung sein. Vergl. auch über die Fahrt des Pytheas nach der westlichen Küste von Jütland und den Bernsteinhandel längs dem ganzen Littoral von Skagen bis zu den Niederlanden Werlauff, Bidrag til den nordiske Ravhandels Historie (Kopenh. 1835). Nicht Plinius, sondern erst Tacitus kennt das glessum der Ostsee-Küsten im Lande der Aestyer (Aestuorum gentium) und der Veneder, von welchen der große Sprachforscher Schaffarik (slawische Alterthümer Th. I. S. 151—165) ungewiß ist, ob sie Slaven oder Germanen waren. Die lebhaftere unmittelbare Verbindung mit der samländischen Ostseeküste und mit den Aestyern mittelst des Landweges durch Pannonien über Carnuntum, den ein römischer Ritter unter Nero einschlug, scheint mir in die spätere Periode der römischen Cäsaren zu fallen (Voigt, Gesch. Preußens Bd. I. S. 85). Von den Verbindungen zwischen der preußischen Küste und den griechischen Colonien am schwarzen Meere zeugen schöne, wahrscheinlich vor Olymp. 85 geprägte Münzen, die man in den neuesten Zeiten im Netze-District gefunden hat (Levezow in den Abhandl. der Berl. Akad. der Wiss. aus dem J. 1833 S. 181—224). Zu verschiedenen Zeiten ist wohl auch aus sehr verschiedenen Gegenden das an die Küsten angeschwemmte oder gegrabene (Plin. XXXVII, cap. 2) Electron, der Sonnenstein der uralten Eridanus-Mythe, auf See- und Landwegen dem Süden zugeströmt. Der „an zwei Orten in Scythien gegrabene Bernstein war theilweise sehr dunkel gefärbt." Allerdings wird noch heute bei Kaltschedansk unfern Kamensk am Ural Bernstein gesammelt; wir haben Fragmente davon in Braunkohle eingehüllt in Katharinenburg erhalten (G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 481 und Sir Roderick Murchison in Geology of Russia Vol. I. p. 366). Das den Bernstein oft umschließende fossile Holz hatte früh auch die Aufmerksamkeit der Alten auf sich gezogen. Das damals so kostbare Harz wurde bald der Schwarzpappel (nach dem Chier Scymnus v. 396 pag. 367, Letronne), bald einem Baume aus dem Cedern- oder Fichtengeschlechte (nach Mithridates in Plin. XXXVII cap. 2 und 3) zugeschrieben. Die neuesten vortrefflichen Untersuchungen des Prof. Göppert zu Breslau haben gelehrt, daß die Ahndung des römischen Sammlers die richtigere war. Vergl. über den fossilen Bernsteinbaum (Pinites succinifer) einer untergegangenen Pflanzenwelt Kosmos Buch I. S. 149 und Berendt, organische Reste im Bernstein Bd. I. Abth. 1. 1845 S. 89

Gallien bis an den Rhodanus führten, so gelangte der Bernstein (electrum) von Volk zu Volk durch Germanien und das Gebiet der Kelten an beiden Abhängen der Alpen zum Padus, durch Pannonien an den Borysthenes. Dieser Landhandel setzte so zuerst die Küsten des nördlichen Oceans in Verbindung mit dem adriatischen Meerbusen und dem Pontus.

Von Carthago und wahrscheinlich von den 200 Jahre früher gegründeten Ansiedelungen Tartessus und Gades aus haben die Phönicier einen wichtigen Theil der Nordwestküste von Afrika erforscht, weit jenseits dem Cap Bojador: wenn auch der Chretes des Hanno wohl weder der Chremetes der **Meteorologie** des Aristoteles, noch unser Gambia ist *). Dort lagen die vielen Städte der Tyrier, deren Zahl Strabo bis zu 300 erhöht und die von den Pharusiern und Nigriten †) zerstört wurden. Unter ihnen war Cerne (Dicuil's **Gaulea** nach Letronne) die Hauptstation der Schiffe wie der Hauptstapelplatz der colonisirten Küste. Die canarischen Inseln und die Azoren, welche letzteren des Columbus Sohn Don Fernando für die von den Carthagern aufgefundenen Kassiteriden hielt, sind gegen Westen, die Orcaden, Faröer-Inseln und Island sind gegen Norden gleichsam vermittelnde Stationen geworden, um nach dem Neuen Continent überzugehen. Sie bezeichnen die zwei Wege, auf denen zuerst der europäische Theil des Menschengeschlechts mit dem von Nord- und Mittelamerika bekannt worden ist. Diese Betrachtung giebt der Frage, ob und wie früh die Phönicier des Mutterlandes oder die der iberischen und afrikanischen Pflanzstädte (Gadeira, Carthago, Cerne) Porto Santo, Madera und die canarischen Inseln gekannt haben, eine große, ich möchte sagen eine weltgeschichtliche Wichtigkeit. In einer langen Verkettung von Begebenheiten spürt man gern dem ersten Kettengliede nach. Wahrscheinlich sind seit der phönicischen Gründung von Tartessus und Utica bis zur Entdeckung von Amerika auf dem nördlichen Wege, d. i. bis zu Erich Rauda's Uebergang nach Grönland, dem bald Seefahrten bis Nord-Carolina folgten, volle 2000 Jahre: auf dem südwestlichen Wege, welchen Christoph Columbus einschlug, indem er nahe bei dem altphönicischen Gadeira auslief, 2500 Jahre verflossen.

Wenn wir nun nach dem Bedürfniß der Verallgemeinerung der Ideen, welche diesem Werke obliegt, die Auffindung einer Inselgruppe, die nur 42 geographische Meilen von der afrikanischen Küste entfernt ist, als das erste Glied einer langen Reihe gleichmäßig gerichteter Bestrebungen betrachten; so ist hier nicht von einer aus dem Innern des Gemüths erzeugten Dichtung, von dem **Elysion**, den Inseln der Seligen die Rede, welche an den Grenzen der Erde im Oceanus von der nahe untergehenden Sonnenscheibe erwärmt werden. In der weitesten Ferne dachte man sich alle Anmuth des Lebens, die köstlichsten Erzeugnisse ‡) der Erde. Das ideale Land, die geographische Mythe des Elysion ward immer gegen Westen geschoben, über die Säulen des Hercules hinaus, je nachdem die Kenntniß des Mittelmeers bei den Hellenen sich erweiterte. Die wirkliche Weltkunde, die frühesten Entdeckungen der Phönicier, über deren Epoche keine bestimmte Nachricht zu uns gekommen ist, haben wahrscheinlich nicht zu jener Mythe von seligen Inseln Veranlassung gegeben; es ist die Mythe erst nachher gedeutet worden. Die geographische Entdeckung hat nur ein Phantasie-Gebilde verkörpert, ihm gleichsam zum Substrat gedient.

Wo spätere Schriftsteller (wie ein unbekannter Compilator der dem Aristoteles zugeschriebenen **Sammlung wunderbarer Erzählungen**, welcher den Timäus benutzte,

*) S. über den Chremetes Aristot. Meteor. [illegible] p. 350 Bekk., und über die [illegible] Hanno in seinem [illegible] meine Rel. hist. T. I. p. 172 und [illegible] l'hist. de la Géogr. T. I. p. [illegible] p. 135. (Gosselin, Recherches sur la Géogr. systém. des anciens T. I. p. 94 und [illegible] I, 1. S. 61—66.

†) Strabo lib. XVII. p. [illegible] Die Zerstörung phönicischer Colonien durch [illegible] pag. 131, scheint auf eine [illegible]

[illegible]

oder noch ausführlicher Diodor von Sicilien) der anmuthigen Inseln erwähnen, die man für die canarischen halten kann, wird großer Stürme gedacht, welche die zufällige Entdeckung veranlaßt haben. Phönicische und carthagische Schiffe, heißt es, „welche nach den (damals schon vorhandenen) Niederlassungen an der Küste Libyens segelten," wurden in das Meer hinausgetrieben. Die Begebenheit soll sich in der frühen Zeit der tyrrhenischen Seeherrschaft, in der des Streites zwischen den tyrrhenischen Pelasgern und den Phöniciern zugetragen haben. Statius Sebosus und der numidische König Juba nannten zuerst die einzelnen Inseln, aber leider nicht mit punischen Namen, wenn auch gewiß nach Notizen, die aus punischen Büchern geschöpft waren. Weil Sertorius, aus Hispanien vertrieben, nach Verlust seiner Flotte sich mit den Seinen „nach einer Gruppe von nur zwei atlantischen Inseln, 10000 Stadien im Westen vom Ausflusse des Bätis," retten wollte, so hat man vermuthet, Plutarch habe die beiden Inseln Porto Santo und Madera gemeint*), welche Plinius nicht undeutlich als Purpurariae bezeichnet. Die heftige Meeresströmung, welche jenseits der Hercules-Säulen von Nordwesten gegen Südost gerichtet ist, konnte allerdings die Küstenfahrer lange hindern die vom Continent entferntesten Inseln, von denen nur die kleinere (Porto Santo) im 15ten Jahrhundert bevölkert gefunden ward, zu entdecken. Der Gipfel des großen Vulkans von Teneriffa hat, wegen der Erdkrümmung, auch bei einer starken Strahlenbrechung von den phönicischen Schiffern, die an der Continentalküste hinschifften, nicht gesehen werden können; wohl aber nach meinen Untersuchungen von den mäßigen Anhöhen, welche das Cap Bojador umgeben†), besonders bei Feuersausbrüchen und durch den Reflex eines hohen über dem Vulkan stehenden Gewölkes. Behauptet man doch in Griechenland in neueren Zeiten Ausbrüche des Aetna vom Gebirge Taygetos aus gesehen zu haben‡).

---

*) Ich habe diesen oft bestrittenen Gegenstand wie die Stellen des Diodor (V, 19 und 20) und Pseudo-Aristoteles (Mirab. Auscult. cap. 85 pag. 172, Bekk.) an einem anderen Orte umständlich behandelt (Examen crit. T. I. p. 130—139, T. II. p. 158 und 169 T. III. p. 137—140). Die Compilation der Mirab. Auscult. scheint älter als das Ende des ersten punischen Krieges, da sie (cap. 105 pag. 211) Sardinien unter der Botmäßigkeit der Carthager schildert. Merkwürdig ist auch, daß die waldreiche Insel, deren dieses Werk erwähnt, als unbewohnt (also von Guanschen unbevölkert) beschrieben wird. Guanschen (Guanches) bewohnten die ganze Gruppe der canarischen Inseln; aber in der That nicht die Insel Madera, auf welcher weder Johann Gonzalves und Tristan Vaz 1519, noch der frühere Robert Masham mit Anna Dorset (falls ihre Robinsonade geschichtlich sicher ist) Einwohner fanden. Heeren bezieht die Beschreibung des Diodor auf Madera allein, doch in dem mit punischen Schriften so vertrauten Festus Avienus (v. 164) glaubt er die häufigen vulkanischen Erderschütterungen des Pics von Teneriffa (Ideen über Politik und Handel Th. II. Abth. 1. 1862 S. 106) erkennen zu dürfen. Dem geographischen Zusammenhange nach scheint mir in der Darstellung des Avienus (Examen critique T. III. p. 138) eine nördlichere Gegend, vielleicht selbst im Kronischen Meere gemeint zu sein. Der punischen Quellen, die Juba benutzte, erwähnt auch Ammianus Marcellinus XXII, 15. Ueber die Wahrscheinlichkeit des semitischen Ursprungs der Benennung der canarischen Inseln (der Hundeinseln des lateinisch etymologisirenden Plinius!) s. Credner, die biblische Vorstellung vom Paradiese in Illgen's Zeitschr. für die historische Theologie Bd. VI. 1836 S. 166–186. Am gründlichsten und literarisch vollständigsten ist neuerlichst alles, was von den ältesten Zeiten bis zum Mittelalter über die canarischen Inseln geschrieben worden ist, zusammengestellt worden in einer Arbeit von Joaquim José da Costa de Macedo unter dem Titel: Memoria em que se pretende provar que os Arabes não conhecerão as Canarias antes dos Portuguezes, 1844. Wenn neben den Sagen die Geschichte schweigt, in so fern sie auf sichere und bestimmt ausgedrückte Zeugnisse gegründet ist, so bleiben nur verschiedene Abstufungen der Wahrscheinlichkeit übrig; ein absolutes Abläugnen alles Thatsächlichen in der Weltgeschichte, wo die Zeugnisse unbestimmter sind, scheint mir aber keine glückliche Anwendung der philologischen und historischen Kritik zu sein. Die vielen uns aus dem Alterthume überkommenen Angaben und eine genaue Erwähnung der räumlichen Verhältnisse, besonders der großen Nähe von alten, unbestreitbaren Ansiedlungen der afrikanischen Küste lassen mich glauben an eine Kenntniß der canarischen Inselgruppe bei den Phöniciern, Carthagern, Griechen und Römern, vielleicht selbst bei den Etruskern.

†) Vergl. die Berechnungen in meiner Rel. hist. T. I. p. 140 und 287. Der Pic von Teneriffa ist 2°49′ im Bogen von dem nächsten Punkte der afrikanischen Küste entfernt. Bei einer Annahme mittlerer Strahlenbrechung von 0,08 kann der Gipfel des Pics also von einer Höhe von 202 Toisen gesehen werden, also von den Montañas negras unfern des Vorgebirges Bojador. In dieser Rechnung ist der Pic zu 1904ᵗ über der Meeresfläche angenommen. Neuerlichst haben ihn trigonometrisch Capitän Vidall 1940, die Herren Coupvent und Dumoulin barometrisch 1900ᵗ hoch gefunden (d'Urville, Voyage au Pol Sud, Hist. T. I. 1842 p. 31 und 32). Aber Lancerote mit einem 300ᵗ hohen Vulkan, la Corona (Leop. v. Buch, canarische Inseln S. 104) und Fortaventura liegen der Küste viel näher als Teneriffa: die erste dieser Inseln in 1° 15′, die zweite in 1° 2′ Entfernung.

‡) Roß hat der Behauptung nur als einer Sage erwähnt, in Hellenika Bd. I. S. XI. Sollte die Beobachtung nicht auf einer bloßen Täuschung beruht haben? Wenn man die Höhe des Aetna über dem Meere zu 1704 Toisen (Br. 37° 45′, Länge 12° 41′ von Paris), die des Beobachtungsortes auf dem Taygetus am

In der Aufzählung der Elemente einer erweiterten Erdkenntniß, welche früh den Griechen aus anderen Theilen des mittelländischen Meerbeckens zuströmten, sind wir bisher den Phöniciern und Carthagern in ihrem Verkehr mit den nördlichen Zinn- und Bernsteinländern wie in ihren der Tropengegend nahen Ansiedelungen an der Westküste von Afrika gefolgt. Es bleibt uns übrig an eine Schifffahrt gegen Süden zu erinnern, welche die Phönicier tausend geographische Meilen östlich von Cerene und Hanno's Westhorne weit über den Wendekreis in das prasodische und indische Meer führte. Mag auch Zweifel über die Localisirung der Namen von fernen Goldländern (Ophir und Supara) übrig bleiben, mögen diese Goldländer die Westküste der indischen Halbinsel oder die Ostküste von Afrika sein: immer ist es gewiß, daß derselbe regsame, alles vermittelnde, früh mit Buchstabenschrift ausgerüstete semitische Menschenstamm von den Kassiteriden an bis südlich von der Straße Bab-el-Mandeb tief innerhalb der Tropen-Region in Contact mit den Erzeugnissen der verschiedenartigsten Klimate trat. Tyrische Wimpel wehten zugleich in Britannien und im indischen Ocean. Die Phönicier hatten Handelsniederlassungen in dem nördlichsten Theile des arabischen Meerbusens in den Häfen von Elath und Ezion-Geber, wie im persischen Meerbusen zu Aradus und Tylos, wo nach Strabo Tempel standen, im Styl der Architectur denen am Mittelmeer ähnlich*). Auch der Caravanenhandel, welchen die Phönicier trieben, um Gewürze und Weihrauch zu holen, war über Palmyra nach dem glücklichen Arabien und dem chaldäischen oder nabatäischen Gerrha am westlichen oder arabischen Gestade des persischen Meerbusens gerichtet.

Von Ezion-Geber aus gingen die Hiram-Salomonischen Expeditionen, gemeinschaftliche Unternehmungen der Tyrier und Israeliten, durch die Meerenge Bab-el-Mandeb nach Ophir (Opheir, Sophir, Sophara, das sanskritische Supara†) des Ptolemäus). Der prachtliebende Salomo ließ eine Flotte am Schilfmeere bauen, Hiram gab ihm seekundige phönicische Schiffsleute und auch tyrische Schiffe, Tarschischfahrer‡). Die Waaren, welche aus Ophir zurückgebracht wurden, waren Gold, Silber, Sandelholz (algummim), Edelgesteine, Elfenbein, Affen (kophim) und Pfauen (thukkiim). Die Namen für diese Waaren sind nicht hebräisch, sondern indisch||). Nach den scharfsinnigen Unter-

---

Elias-Berge zu 1236 Toisen (Br. 36° 57', Länge 20° 1') und die Entfernung beider 88 geogr. Meilen annimmt, so ergeben sich für die Höhe des Punktes, von welchem der Lichtstrahl über dem Aetna ausging, um auf dem Taygetos gesehen zu werden, volle 7612 Toisen, also 4½mal die Höhe des Aetna. Könnte man dagegen, bemerkt mein Freund Herr Professor Encke, den Reflex einer zwischen dem Aetna und Taygetos stehenden reflectirenden Fläche, d. i. den Reflex eines Gewölks annehmen, das 46 Meilen vom Aetna und 42 Meilen vom Taygetos entfernt wäre, so brauchte die Höhe der reflectirenden Fläche über dem Meeresspiegel nur 286 Toisen zu sein.

*) Strabo lib. XVI, p. 767 Casaub. Nach Polybius sollte man vom Gebirge Aimon den Pontus und das Adriatische Meer sehen können, was schon Strabo (lib. VII p. 313) bespöttelt. (Vergl. Scymnus p. 93.)

†) Ueber die Synonymie von Ophir s. mein Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 42. Ptolemäus hat lib. VI cap. 7 p. 156 ein Sapphara, Metropolis von Arabien, und lib. VII cap. 1 p. 168 Supara im Golf von Cambona (Barigazenus sinus, nach Hesychius), „eine an Gold reiche Gegend!" Supara bedeutet indisch Schönufer. (Lassen, Diss. de Taprobane p. 18 und indische Alterthumskunde Bd. I. S. 107; Keil, Professor in Dorpat, über die Hiram-Salomonische Schifffahrt nach Ophir und Tarsis S. 40—45.)

‡) Ob Tarsisschiffe Weltmeerschiffe sind? ob sie, was Michaelis bestreitet, vom phönicischen Tarsus in Cilicien ihren Namen haben? S. Keil S. 7, 15—22 und 71—84.

||) Gesenius, Thesaurus linguae hebr. T. I. p. 141 und derselbe in der Encykl. von Ersch und Gruber Sect. III. Th. IV. S. 401; Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 538; Reinaud, Relation des Voyages faits par les Arabes dans l'Inde et en Chine T. I. 1845 p. XXVIII. Der gelehrte Quatremère, der Ophir in einer ganz neuerlich erschienenen Abhandlung (Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XV. P. 2. 1845 p. 349—402 wieder wie Heeren für die östliche Küste von Afrika hält, erklärt das Wort thukkiim (thukkiyyim) nicht durch Pfau, sondern durch Papagai oder Perlhuhn (p. 375). Ueber Sokotora vergl. Bohlen, das alte Indien Th. II. S. 139 mit Benfey, Indien S. 30—32. Sofala wird von Edrisi (in Amédée Jaubert's Uebersetzung T. I. p. 67) und später nach Gama's Entdeckungsreise von den Portugiesen (Barros Dec. I. liv. X cap. 1 (P. 2.) p. 375; Külb, Geschichte der Entdeckungsreisen Th. I. 1841 S. 236) als ein goldreiches Land beschrieben. Ich habe an einem anderen Orte darauf aufmerksam gemacht, daß Edrisi in der Mitte des 12ten Jahrhunderts von der Anwendung des Quecksilbers in den Goldwäschen der Neger dieser Gegend als einer längst eingeführten Amalgamations-Methode spricht. Wenn man der häufigen Verwechselung von r und l gedenkt, so findet sich der Name des ost-afrikanischen Sofala vollkommen wieder in der Form Sophara, welche für das Salomonisch-Hiramische Ophir in der Uebertragung der Septuaginta neben mehreren anderen Formen vorkommt. Auch Ptolemäus kennt, wie wir schon oben (s. Anmerkung †) erwähnt, ein Sapphara in Arabien (Ritter, Asien Bd. VIII, 1, 1846 S. 252) und

suchungen von Gesenius, Benfey und Lassen ist es überaus wahrscheinlich, daß die durch ihre Colonien am persischen Meerbusen und ihren Verkehr mit den Gerrhäern der periodisch wehenden Monsune früh kundigen Phönicier die westliche Küste der indischen Halbinsel besuchten. Christoph Columbus war sogar überzeugt, daß Ophir (Salomo's Eldorado) und der Berg Sopora ein Theil von Ost-Asien, von der Chersonesus aurea des Ptolomäus sei*). Wenn es schwierig scheint sich Vorder-Indien als eine ergiebige Quelle des Goldes zu denken, so glaube ich, daß man, nicht etwa an die „goldsuchenden Ameisen" oder an Ktesias unverkennbare Beschreibung eines Hüttenwerkes, in welchem aber nach seinem Vorgeben Gold und Eisen zugleich geschmolzen wurde†), sondern nur an die Verhältnisse der geographischen Nähe des südlichen Arabiens, der von indischen Ansiedlern bebauten Insel des Dioscorides (Diuzokotora der Neueren, Verstümmelung des sanskritischen Dvipa Sukhatara), und an die goldführende ost-afrikanische Küste von Sofala zu erinnern braucht. Arabien und die eben genannte Insel, südöstlich von der Meerenge Bab-el-Mandeb, waren für den phönicisch-jüdischen Handelsverkehr gleichsam vermittelnde Elemente zwischen der indischen Halbinsel und Ost-Afrika. In diesem hatten sich seit den ältesten Zeiten Inder wie auf einer ihrem Vaterlande gegenüberstehenden Küste niedergelassen, und die Ophirfahrer konnten in dem Bassin des erythräisch-indischen Meeres andere Quellen des Goldes als Indien selbst finden.

Nicht so vermittelnd als der phönicische Stamm, auch den geographischen Gesichtskreis weniger erweiternd, und früh schon unter dem griechischen Einflusse eines seewärts einbrechenden Stromes pelasgischer Tyrrhener, zeigt sich uns das düstre, strenge Volk der Tusker. Es trieb einen nicht unbeträchtlichen Landhandel durch das nördliche Italien über die Alpen, da wo eine heilige Straße‡) von allen umwohnenden Stämmen geschützt wurde, nach fernen Bernsteinländern. Fast auf demselben Wege scheint das tuscische Urvolk der Rasener aus Rhätien an den Padus und weiter südlich gelangt zu sein. Am wichtigsten ist für uns nach dem Standpunkte, den wir hier einnehmen, um immer das Allgemeinste und Dauerndste zu erfassen, der Einfluß, welchen das Gemeinwesen Etruriens auf die ältesten römischen Staatseinrichtungen und so auf das ganze römische Leben ausgeübt hat. Man darf sagen, daß ein solcher Reflex (in so fern er durch das Römerthum die Bildung der Menschheit gefördert oder wenigstens auf Jahr-

---

ein Supara in Indien. Auf nahe oder gegenüberstehende Küsten hatte, wie wir noch heute ähnliche Verhältnisse in dem spanisch und englisch redenden Amerika wiederfinden, das Mutterland seine eigenen bedeutsamen Sanskritnamen reflectirt. Das Gebiet des Ophirhandels konnte also nach meiner Ansicht ebenso erweitert werden, wie eine phönicische Tartessusfahrt Cyrene und Carthago, Gadeira und Cerne, und eine Kassiteridenfahrt zugleich die Artabrer, Britannien und die cimbrische Ostküste berühren konnte. Auffallend ist es immer, daß Weibrauch, Gewürze, Seide und baumwollene Zeuge nicht unter den Ophirwaaren neben Elfenbein, Affen und Pfauen genannt werden. Die letzten sind ausschließlich indisch, wenn sie auch wegen ihrer allmäligen Verbreitung gegen Westen von den Griechen oft medische und persische Vögel genannt worden sind, ja die Samier sogar wegen der im Heiligthum der Here von Priestern genährten Pfauen sie für ursprünglich samisch hielten. Aus einer Stelle des Eustathius (Comm. in Iliad. T. IV. p. 225 ed. Lips. 1827) über die Heiligkeit der Pfauen in Libyen hat man mit Unrecht schließen wollen, daß der ταώς auch Afrika angehöre.

*) S. Columbus über Ophir und el Monte Sopora, „den Salomo's Flotte erst in drei Jahren erreichen konnte." in Navarrete Viages y descubrimientos que hiciéron los Espanoles T. I. p. 103. An einem anderen Orte sagt der große Entdecker, immer in der Hoffnung, Ophir zu erreichen: „Die Herrlichkeit und Macht des Goldes von Ophir sind unbeschreiblich. Wer es besitzt, thut was er will in dieser Welt; ja, es glückt ihm sogar, die Seelen aus dem Fegefeuer in das Paradies zu ziehen (llega á que echa las animas al paraiso)." Carta del Almirante escrita en la Jamaica 1503 (Navarrete T. I. p. 309). — Vergl. mein Examen critique T. I. p. 70 und 109, T. II. p. 38—44, und über die eigentliche Dauer der Tarschischfahrt Keil S. 106.

†) Ctesiae Cnidii Operum Reliquiae ed. Felix Baehr 1824 cap. 4 und 12 p. 248, 271 und 300. Aber die aus einheimischen Quellen gesammelten und deshalb gar nicht so verwerflichen Nachrichten des Arztes am persischen Hofe beziehen sich auf Gegenden im Norden von Indien, und aus diesen müßte das Gold der Daradas auf vielen Umwegen nach Abhira, nach der Indus-Mündung und der Malabar-Küste gelangt sein; vergl. meine Asie centrale T. I. p. 157 und Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 5. Sollte die wundersame Angabe des Ktesias von einer indischen Quelle, in deren Grunde man Eisen, und zwar sehr schmiedbares fände, wenn das flüssige Gold abgelaufen ist, sich nicht auf die mißverstandene Erzählung von einem Hüttenwerke gründen? Man hielt das geschmolzene Eisen seiner Farbe wegen für Gold, und wenn nun die gelbe Farbe beim Erkalten verschwunden war, fand man die schwarze Eisenmasse darunter.

‡) Aristot. Mirab. Auscult. cap. 86 und 111, pag. 175 und 225 Bekk.

hunderte eigenthümlich gestempelt hat) in seinen abgeleiteten und entfernten Aeußerungen politisch noch heute fortwirkt*).

Ein eigenthümlicher, hier besonders zu bezeichnender Charakterzug des tuscischen Stammes war die Neigung zu einem innigen Verkehr mit gewissen Naturerscheinungen. Die Divination (das Geschäft der ritterlichen Priestercaste) veranlaßte eine tägliche Beobachtung der meteorologischen Processe des Luftkreises. Die Blitzschauer (Fulguratoren) beschäftigten sich mit Erforschung der Richtung der Blitze, dem „Herabziehen" und dem „Abwenden" derselben†). Sie unterscheiden sorgfältig Blitze aus der hohen Wolkenregion von denen, welche Saturn, ein Erdgott‡), von unten aufsteigen läßt und die man saturnische Erdblitze nannte: ein Unterschied, welchen die neuere Physik wieder einer besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat. So entstanden officielle Verzeichnisse täglicher Gewitter-Beobachtungen||). Auch die von den Tuskern geübte Kunst des Wasserspürens (aquaelicium) und Quellen-Hervorlockens setzte bei den Aquilegen eine aufmerksame Erforschung natürlicher Merkmale der Schichtung des Gesteins und der Unebenheiten des Bodens voraus. Diodor preist deshalb die Tusker als forschende Naturkundige. Wir wollen zu diesem Lobe hinzusetzen, daß die vornehme und mächtige Priestercaste von Tarquinii das seltsame Beispiel einer Begünstigung des physikalischen Wissens dargeboten hat.

Wir haben, ehe wir zu den Hellenen, zu dem hochbegabten Stamme übergehen, in dessen Cultur die unsrige am tiefsten wurzelt und aus dessen Ueberlieferungen wir einen wichtigen Theil aller früheren Völkerkunde und Weltansicht schöpfen, die alten Sitze der Menschenbildung in Aegypten, Phönicien und Etrurien genannt. Wir haben das Becken des Mittelmeers in seiner eigenthümlichen Gestaltung und Weltstellung, in dem Einfluß dieser Verhältnisse auf den Handelsverkehr mit der Westküste von Afrika, mit dem hohen Norden, mit dem arabisch-indischen Meere betrachtet. An keinem Punkte der Erde ist mehr Wechsel der Macht und unter geistigem Einfluß mehr Wechsel eines bewegten Lebens gewesen. Die Bewegung hat sich durch Griechen und Römer, besonders seitdem letztere die phönicisch-carthagische Macht gebrochen, weit und dauernd fortgepflanzt. Dazu ist das, was wir den Anfang der Geschichte nennen, nur das Selbstbewußtsein später Generationen. Es ist ein Vorzug unserer Zeit, daß durch glänzende Fortschritte in der allgemeinen und vergleichenden Sprachkunde, durch das sorgfältigere Aufsuchen der Monumente und die sichrere Deutung derselben sich der Blick des Geschichtsforschers täglich erweitert, daß schichtweise sich

---

*) Die Etrusker von Otfried Müller Abth. II. S. 350; Niebuhr, römische Geschichte Th. II. S. 380.

†) Wenn man ehemals in Deutschland dem Pater Angelo Cortenovis nachfabelte, daß das von Varro beschriebene, mit einem ehernen Hut und ehernen herabhangenden Ketten gezierte Grabmal des Helden von Clusium, Lars Porsena, ein atmosphärischer Electricitäts-Sammler oder ein Blitzableitungs-Apparat (wie nach Michaelis die metallenen Spitzen auf dem Salomonischen Tempel) gewesen sei; so geschah dies zu einer Zeit, in der man den alten Völkern gern die Reste einer geoffenbarten, bald aber wieder verdunkelten Urphysik zuschrieb. Ueber den nicht schwer aufzufindenden Verkehr zwischen Blitz und leitenden Metallen scheint mir noch immer die wichtigste Notiz die des Ktesias (Indica cap. 4 pag. 169 ed. Lion, pag. 248 ed. Baehr) zu sein. „Er habe," heißt es, „zwei eiserne Schwerdter besessen, Geschenke des Königs (Artaxerxes Mnemon) und dessen Mutter (Parysatis): Schwerdter, welche, in die Erde gepflanzt, Gewölk, Hagel und Blitzstrahlen abwendeten. Er habe die Wirkung selbst gesehen, da der König zweimal vor seinen Augen das Experiment gemacht." — Die genaue Aufmerksamkeit der Tusker auf die meteorischen Processe des Luftkreises, auf alles, was von der gewöhnlichen Naturerscheinung abwich, macht es gewiß beklagenswerth, daß von den Fulgural-Büchern nichts auf uns gekommen ist. Die Epochen der Erscheinung großer Cometen, des Falls von Meteorsteinen und Sternschnuppenschwärmen waren gewiß darin eben so aufgezeichnet als in den von Eduard Biot benutzten älteren chinesischen Annalen. Creuzer (Symbolik und Mythologie der alten Völker Th. III. 1842 S. 659) hat zu zeigen gesucht, wie die Naturbeschaffenheit von Etrurien auf die eigenthümliche Geistesrichtung der Bewohner wirken konnten. Ein Hervorlocken der Blitze, welches dem Prometheus zugeschrieben wird, erinnert an das sonderbare vorgebliche Herabziehen der Blitze durch die Fulguratoren. Es bestand aber diese Operation in einem bloßen Herabbeschwören, und mag wohl nicht wirksamer gewesen sein als der abgehäutete Eselskopf, durch den nach tuscischen Religionsgebräuchen man sich vor einem Ungewitter schützen konnte.

‡) Otfr. Müller, Etrusker Abth. II. S. 162 bis 178. Nach der sehr verwickelten etruscischen Auguraltheorie unterschied man die sanft erinnernden Blitze, welche Jupiter aus eigener Machtvollkommenheit sendet, von den heftigeren electrischen Zuchtmitteln, die Jupiter constitutionsmäßig nur nach vorhergehender Berathung aller zwölf Götter senden durfte (Seneca, Nat. Quaest. II. 41).

||) Joh. Lydus de Ostentis ed. Hase pag. 18 in praefat.

ein höheres Alterthum unseren Augen zu offenbaren beginnt. Neben den Culturvölkern des Mittelmeers, die wir oben aufgeführt, zeigen noch manche andere Stämme Spuren alter Bildung: in Vorder-Asien die Phrygier und Lycier, im äußersten Westen die Turduler und Turdetaner*). Von diesen sagt Strabo: „sie sind die gebildetsten aller Iberer, bedienen sich der Schreibkunst und haben Schriftbücher alter Denkzeit, auch Gedichte und Gesetze in Versmaaß, denen sie ein Alter von sechstausend Jahren beilegen.“ Ich habe bei diesem einzelnen Beispiele verweilt, um daran zu erinnern, wie vieles von einer alten Cultur selbst bei europäischen Nationen für uns spurlos verschwunden ist, wie die Geschichte der frühesten Weltanschauung auf einen engen Kreis beschränkt bleibt.

Ueber den 48sten Breitengrad hinaus, nördlich vom asowschen und caspischen Meere, zwischen dem Don, der nahen Wolga und dem Jaik, wo dieser dem goldreichen südlichen Ural entquillt, sind Europa und Asien durch flache Steppenländer wie in einander verflossen. Auch betrachtet Herodot wie schon Pherecydes von Syros das ganze nördliche scythische Asien (Sibirien) als zum sarmatischen Europa gehörig†), ja als Europa selbst. Gegen Süden ist unser Erdtheil von Asien scharf getrennt; aber die weit vorgestreckte kleinasiatische Halbinsel wie der formreiche Archipelagus des ägäischen Meeres (gleichsam eine Völkerbrücke zwischen zwei Welttheilen) haben den Menschenstämmen, den Sprachen und der Gesittung leichten Uebergang gewährt. Vorder-Asien ist seit der frühesten Zeit die große Heerstraße von Osten her einwandernder Völker gewesen, wie der Nordwesten von Hellas die Heerstraße vordringender illyrischer Stämme war. Die ägäische Inselwelt, welche theilweise nach einander phönicischer, persischer und griechischer Herrschaft unterlag, war das vermittelnde Glied zwischen dem Griechenthum und dem fernen Orient.

Als das phrygische Reich dem lydischen und dieses dem Perserreiche einverleibt wurde, erweiterte der Contact den Ideenkreis der asiatischen und europäischen Griechen. Die persische Weltherrschaft erstreckte sich durch die kriegerischen Unternehmungen des Cambyses und Darius Hystaspis von Cyrene und dem Nil bis in die Fruchtländer des Euphrats und des Indus. Ein Grieche, Scylax von Karyanda, wurde gebraucht, den Lauf des Indus von dem damaligen Gebiete von Kaschmir (Kaspapyrus‡) bis zu seiner Mündung zu erforschen. Der Verkehr der Griechen mit Aegypten (mit Naucratis und dem pelusischen Nilarme) war schon lebhaft vor der persischen Eroberung, er war es unter Psammitich und Amasis||). Die hier geschilderten Verhältnisse entzogen viele Griechen dem heimischen Boden, nicht etwa bloß bei Stiftung von fernen Colonien, deren wir später erwähnen werden, sondern um als Söldner den Kern fremder Heere zu bilden: in Carthago¶), Aegypten, Babylon, Persien und dem bactrischen Oxus-Lande.

Ein tieferer Blick in die Individualität und volksthümliche Gestaltung der verschiedenen griechischen Stämme hat gezeigt, daß, wenn bei den Doriern und theilweise bei den Aeoliern eine ernste, fast innungsartige Abgeschlossenheit herrscht, dem heiteren ionischen Stamme dagegen ein durch Forschbegier und Thatkraft unaufhaltsam angeregtes, nach innen und außen bewegtes Leben zuzuschreiben ist. Von objectiver Sinnesart geleitet, durch Dichtung und Kunst phantasiereich verschönert, hat das ionische Leben überall, wo es in den Pflanzstädten verbreitet war, die wohlthätigen Keime fortschreitender Bildung ausgestreut.

War dem Charakter der griechischen Landschaft**) der eigenthümliche Reiz eine

---

*) Strabo lib. III. p. 139 Casaub. Vergl. Wilhelm von Humboldt über die Urbewohner Hispaniens 1821 S. 123 und 131—136. Mit der Entzifferung des iberischen Alphabets hat sich neuerlichst Herr de Saulcy glücklich beschäftigt, wie der scharfsinnige Entdecker der Keilschrift Grotefend mit den Phrygiern und Sir Charles Fellows mit den Lyciern. (Vergl. Roß, Hellenika 1846 Bd. I. S. XVI.)

†) Herod. IV, 42 (Schweighäuser ad Herod. T. V. p. 204). Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. p. 54 und 577.

‡) Ueber die wahrscheinlichste Etymologie von Kaspapyrus des Hecatäus (Fragm. ed. Klausen N. 179 v. 94) und Kaspatyrus des Herodot (III, 102 und IV, 44) s. meine Asie centrale T. I. p. 10—104.

||) Psemetek und Achmes, s. oben Kosmos Buch II. S. 254.

¶) Droysen, Geschichte der Bildung des hellenistischen Staatensystems 1843 S. 23.

**) Kosmos Buch II. S. 195.

innigen Verschmelzung des Festen und Flüssigen gegeben, so mußte die Gliederung der Länderform, welche diese Verschmelzung begründet, auch früh die Griechen zu Schifffahrt, zu thätigem Handelsverkehr und zu der Berührung mit Fremden anreizen. Auf die Seeherrschaft der Creter und Rhodier folgten die, freilich anfangs auf Menschenraub und Plünderung gerichteten Expeditionen der Samier, Phocäer, Taphier und Thesproten. Die Hesiodische Abneigung gegen das Seeleben bezeugt wohl nur eine individuelle Ansicht oder die schüchterne Unkunde in der Nautik bei anfangender Gesittung im Festlande von Hellas. Dagegen haben die ältesten Sagengeschichten und Mythen Bezug auf weite Wanderungen, auf eine weite Schifffahrt, eben als erfreue sich die jugendliche Phantasie des Menschengeschlechts an dem Contraste zwischen den idealen Schöpfungen und einer beschränkten Wirklichkeit; so die Züge des Dionysus und Hercules (Melkarth im Tempel zu Gadeira), die Wanderung der Io *), des oft wieder erstandenen Aristeas, des hyperboreischen Wundermannes Abaris, in dessen leitendem Pfeile †) man ein Compaß zu erkennen gewähnt hat. In solchen Wanderungen spiegeln sich gegenseitig Begebenheiten und alte Weltansichten; ja die fortschreitende Veränderlichkeit der letzteren wirkt auf das Mythisch-Geschichtliche zurück. In den Irrfahrten der von Troja zurückkehrenden Helden ließ Aristonikus den Menelaus selbst Afrika mehr denn 500 Jahre vor Neko umschiffen ‡) und von Gadeira nach Indien segeln.

In der Periode, die wir hier behandeln, in dem Griechenthum vor dem macedonischen Feldzuge nach Asien giebt es drei Begebenheiten, welche einen vorzüglichen Einfluß auf den erweiterten Gesichtskreis hellenischer Weltanschauung gehabt haben. Diese Begebenheiten sind die Versuche aus dem Becken des Mittelmeeres gegen Osten und Westen vorzudringen, und die Gründung zahlreicher Colonien von der Hercules-Straße bis zum nordöstlichsten Pontus: Colonien, welche ihrer politischen Verfassung nach vielgestalteter und den Fortschritten geistiger Bildung günstiger waren als die der Phönicier und der Carthager im ägäischen Meere, in Sicilien, Iberien, an der Nord- und Westküste von Afrika.

Das Vordringen gegen Osten ungefähr zwölf Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, 150 Jahre nach Ramses Miamen (Sesostris) wird, als geschichtliche Begebenheit betrachtet, der Zug der Argonauten nach Kolchis genannt. Die wirkliche, aber mythisch eingekleidete, d. h. in der Darstellung mit Idealem, Innerlich-Erzeugtem gemischte Begebenheit ist ihrem einfachen Sinne nach die Erfüllung eines nationalen Bestrebens den unwirthbaren Pontus zu eröffnen. Die Prometheus-Sage und die Entfesselung des feuerzündenden Titanen am Kaukasus auf der östlichen Wanderung des Hercules, das Aufsteigen der Io aus dem Thal des Hybrites ||) nach dem Kaukasus, die Mythe von Phrixus und Helle bezeichnen alle dieselbe Richtung des Weges, die Bestrebung in den euxinischen Pontus vorzudringen, in welchen früh schon sich phönicische Schiffer gewagt hatten.

---

*) Völcker, mythische Geographie der Griechen und Römer Th. I. 1832 S. 1—10; Klausen über die Wanderungen der Io und des Herakles in Niebuhr's und Brandis rheinischem Museum für Philologie, Geschichte und griech. Philosophie Jahrg. III. 1829 S. 293—323.

†) In der Mythe des Abaris (Herod. IV, 36) fährt der Wundermann nicht auf einem Pfeile durch die Luft, sondern er trägt den Pfeil, „den ihm Pythagoras gab (Jambl. de vita Pythag. XXIX p. 194 Kießling, damit er ihm nützlich werde in allen Hindernissen auf einer langen Irrfahrt;" Creuzer, Symbolik Th. II. 1841 S. 660–664. Ueber den mehrmals verschwundenen und wieder erschienenen Arimaspen-Sänger Aristeas von Proconnesus s. Herod. IV, 13—15.

‡) Strab. lib. I. pag. 38 Casaub.

||) Wahrscheinlich das Thal des Don oder des Kuban; vergl. meine Asie centrale T. II p. 164. — Pherecydes sagt ausdrücklich (fragm. 37 ex Schol. Apollon. II, 1214), der Kaukasus habe gebrannt und Typhon sei deshalb nach Italien geflüchtet: eine Notiz, aus welcher Klausen (a. a. O. S. 298) das ideale Verhältniß des Feuerzünders (πυρκαεύς) Prometheus zum Brandberge erklärt. Wenn auch die, neuerlichst von Abich so gründlich erspähte geognostische Beschaffenheit des Kaukasus und sein Zusammenhang mit dem vulkanischen inner-asiatischen Thian-schan (Himmelsgebirge), den ich an einem andern Orte glaube nachgewiesen zu haben (Asie centrale T. II, p. 55–59), es keinesweges unwahrscheinlich machen, daß sich in den ältesten Sagen des Menschengeschlechts Erinnerungen an große vulkanische Erscheinungen hätten erhalten können; so ist doch wohl eher anzunehmen, daß etymologische Wagnisse die Griechen auf die Hypothese des Brennens geleitet haben. Ueber die Sanskrit-Etymologien von Graucasus (Glanzberg?) s. Bohlen's und Burnouf's Aeußerungen in meiner Asie centrale T. I. p. 109.

Vor der dorischen und äolischen Wanderung war das böotische Orchomenos, nahe dem nördlichsten Ende des Sees Kopais, ein durch Handelsverkehr reicher Seestaat der Minyer. Die Argofahrt aber begann in Jolkos, dem Hauptsitz der thessalischen Minyer am pagasetischen Meerbusen. Zu verschiedenen Zeiten mannigfach umgestaltet, hat sich das Local der Sage, als Ziel und Endpunkt des Unternehmens *), statt des unbestimmten Fernlandes Aea, an die Mündung des Phasis (Rion) und an Kolchis, einen Sitz älterer Cultur, gebunden. Die Seefahrten der Milesier und ihre zahlreichen Pflanzstädte am Pontus verschafften eine genauere Kenntniß von der Ost- und Nordgrenze des Meeres. Sie gaben dem geographischen Theile der Mythe bestimmtere Umrisse. Eine wichtige Reihe neuer Ansichten bot sich gleichzeitig dar. Von dem nahen caspischen Meere kannte man lange nur das westliche Gestade: noch Hecatäus hält dies westliche Gestade †) für das des kreisenden östlichen Weltmeeres selbst. Erst der ehrwürdige Vater der Geschichte lehrte (was nach ihm sechs Jahrhunderte lang, bis Ptolemäus, wiederum bestritten ward), daß das caspische Meer ein von allen Seiten geschlossenes Becken sei.

Auch der Völkerkunde ward in dem nordöstlichen Winkel des schwarzen Meeres ein weites Feld eröffnet. Man erstaunte über die Vielzüngigkeit der Stämme ‡), und das Bedürfniß geschickter Dolmetscher (der ersten Hülfsmittel und roher Werkzeuge vergleichender Sprachkunde) wurde hier lebhaft gefühlt. Tauschhandel leitete von dem, übermäßig groß geglaubten mäotischen Busen durch die Steppe, in welcher jetzt die **mittlere Kirghisen-Horde** weidet, durch eine Kette scythisch-scolotischer Völkerschaften (ich halte sie für indogermanischen ||) Ursprungs), von den Argippäern und Issedonen zu den goldreichen Arimaspen ¶) an den nördlichen Abfall des Altai. Hier ist das alte **Reich der Greife**,

*) Otfr. **Müller**, Minyer S. 247, 254 und 274. Homer kannte nicht den Phasis, nicht Kolchis, nicht die Hercules-Säulen; aber der Phasis wird schon von Hesiodus genannt. Die mythischen Sagen über die Rückkehr der Argonauten durch den Phasis in den östlichen Ocean und den durch die vorgebliche Bifurcation des Ister oder durch den **gedoppelten**, von vulkanischen Erderschütterungen gebildeten Tritonsee (Asie centr. T. I. p. 179, T. III. p. 135—137; Otfr. **Müller**, Minyer S. 357) sind von besonderer Wichtigkeit für die Kenntniß der frühesten Ansichten über die Gestaltung der Continente. Geographische Phantasien von Peisandros, Timagetus und dem Rhodier Apollonius haben sich übrigens bis in das späte Mittelalter fortgepflanzt; sie sind bald verwirrende, abschreckende Hindernisse, bald Anreizung zu wirklichen Entdeckungen geworden. Diese Rückwirkung des Alterthums auf die späteren Zeiten, in denen man sich fast mehr von Meinungen als von wirklichen Beobachtungen leiten ließ, wurde leider bisher in der Geschichte der Geographie nicht hinlänglich beachtet. Es ist der Zweck der **Anmerkungen** zum Kosmos, nicht etwa bloß bibliographische Quellen aus verschiedenen Literaturen zur Erläuterung dessen darzubieten, was im Texte behauptet wird; ich habe in diesen Anmerkungen, die eine freiere Bewegung gestatten, auch einen reichhaltigen Stoff des Nachdenkens niederlegen wollen, so wie ich ihn aus der Erfahrung und aus langen literarischen Studien habe schöpfen können.

†) Hecataei fragm. ed. Klausen p. 39, 92, 98 und 119. S. auch meine Untersuchungen über die Geschichte der Geographie des caspischen Meeres von Herodot bis zu den Arabern El-Istachri, Edrisi und Ibn-el-Vardi, über den Aral-See, die Bifurcation des Oxus und den Araxes in der Asie centr. T. II. p. 162—297.

‡) **Cramer** de studiis, quae veteres ad aliarum gentium contulerint linguas 1844 p. 8 und 17. Die alten Kolcher scheinen identisch gewesen zu sein mit dem Stamme der Lazen (Lazi, gentes Colchorum, **Plin.** VI, 4); die Λαζοί der byzantinischen Schriftsteller); s. **Vater** (Professor in Casan) der Argonautenzug aus den Quellen dargestellt, 1845 Heft I. S. 24, Heft II. S. 45, 57 und 103. Im Kaukasus erklingen noch die Namen: Alanen (Alanethi für das Alanenland), Ossi und Aß. Nach den mit philosophischem Sprachsinn in den Thälern des Kaukasus begonnenen Arbeiten von Georg **Rosen** enthält die Sprache der Lazen Reste des alten kolchischen Idioms. Der iberische und grusische Sprachstamm begreift: Lazisch, Georgisch, Suanisch und Mingrelisch, alle zur Familie der indogermanischen Sprachen gehörig. Die der Osseten steht dem Gothischen näher als das Litthauische.

||) Ueber die Verwandtschaft der Scythen (Scoloten oder Sacae), Alanen, Gothen, Massa-Geten und Yueti der chinesischen Geschichtsschreiber s. **Klaproth** in dem Commentar zu dem Voyage du Comte Potocki T. I. p. 129, wie auch meine Asie centrale T. I. p. 400, T. II. p. 252. **Procopius** sagt selbst ganz bestimmt (de bello gothico IV, 5, ed. Bonn, 1833 Vol. II. pag. 476), daß die Gothen ehemals Scythen genannt wurden. Die Identität der Geten und Gothen hat Jacob **Grimm** in seiner neuesten Abhandlung über **Jornandes** 1846 S. 21 erwiesen. Die Behauptung **Niebuhr's** (s. dessen Untersuchungen über die Geten und Sarmaten in seinen kleinen histor. und philologischen Schriften, 1ste Samml. 1828 S. 362, 364 und 395), daß die Scythen Herodot's zur Familie der mongolischen Völkerschaften gehören, hat um so weniger Wahrscheinlichkeit, als diese Völkerschaften unter dem Joche theils der Chinesen, theils der Hakas oder Kirghisen (Χερχίς des Menander) im Anfang des 13ten Jahrhunderts noch weit im Osten von Asien um den Baikal-See wohnten. Herodot unterscheidet dazu die kahlköpfigen **Argippäer** (IV, 23) von den Scythen; und sind die ersteren „plattnasig," so haben sie dabei auch „ein langes Kinn," was nach meiner eigenen Erfahrung keinesweges ein physiognomisches Kennzeichen der Kalmücken oder anderer mongolischer Stämme ist; eher wohl ein Kennzeichen der blonden (germanisirenden?) Usün und Tingling, welchen die chinesischen Geschichtsschreiber „lange Pferdegesichter" zutheilen.

¶) Ueber die Wohnplätze der Arimaspen und den Goldverkehr im nordwestlichen Asien zu Herodot's Zeiten s. Asie centrale T. I. pag. 389—407.

der Sitz des **meteorologischen Mythus** *) der Hyperboreer, welcher mit Hercules weit nach Westen gewandert ist.

Man darf vermuthen, daß der oben bezeichnete, in unseren Tagen durch die sibirischen Goldwäschen wieder so berühmt gewordene Theil des nördlichen Asiens, wie das viele bei den Massageten (von gothischem Stamme) zu Herodots Zeiten angehäufte Gold, eine durch den Verkehr mit dem Pontus eröffnete wichtige Quelle des Reichthums und des Luxus für die Hellenen geworden ist. Ich setze diese Quelle zwischen den 53sten und 55sten Breitengrad. Die Region des Goldsandes aber, von welcher die im Mahabharata und in des Megasthenes Fragmenten genannten Daradas (Darder oder Derder) den Reisenden Nachricht gaben und an welche wegen des zufälligen Doppelsinnes von Thiernamen †) die oft wiederholte Fabel der Riesen-Ameisen geknüpft worden ist, gehört südlicheren Breiten von 35° oder 37° zu. Sie fällt, nach zweierlei Combinationen, entweder in das tübetische Hochland östlich von der Bolor-Kette zwischen den Himalaya und Kuen-lün, westlich von Iskardo, oder nördlich von Kuen-lün gegen die Wüste Gobi hin, welche der immer so genau beobachtende chinesische Reisende Hiuen-thsang (aus dem Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung) ebenfalls als goldreich beschreibt. Wie viel zugänglicher mußte dem Verkehr der milesischen Colonien an der nordöstlichen Küste des Pontus der nördliche Goldreichthum der Arimaspen und Massageten sein! Es schien mir geeignet in der Geschichte der Weltanschauung hier alles das zu berühren, was als eine wichtige, spät noch wirkende Folge der Eröffnung des Pontus und des ersten Vordringens der Griechen nach Osten betrachtet werden darf.

Die große alles umgestaltende Begebenheit der dorischen Wanderung und der Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes fällt ungefähr anderthalb Jahrhunderte nach der halb mythischen Argonautenfahrt, d. h. nach der Eröffnung des Pontus für die griechische Schifffahrt und den Handelsverkehr. Diese Wanderung hat gleichzeitig mit der Gründung neuer Staaten und neuer Verfassungen den ersten Anlaß zu dem **System** der Anlegung von Pflanzstädten gegeben, einem Colonial-System, das eine wichtige Lebensperiode des hellenischen Volkes bezeichnet und am einflußreichsten für die auf intellectuelle Cultur gegründete Erweiterung der Weltansicht geworden ist. Die engere Verkettung von Europa und Asien ist recht eigentlich durch Ausführung von Colonien begründet worden. Es bildeten dieselben eine Kette von Sinope, Dioscurias und dem taurischen Panticapäum an bis Saguntum und Cyrene, das von der regenlosen Thera gestiftet worden war.

Kein Volk der alten Welt hat zahlreichere und in der Mehrzahl mächtigere Pflanzstädte dargeboten als die Hellenen. Von der Ausführung der ältesten äolischen Colonien, unter

*) „Les Hyperboréens sont un *mythe météorologique*. Le vent des montagnes (*B'Oreas*) sort des Monts *Rhipéens*. Au-delà de ces monts, doit régner un air calme, un climat heureux, comme sur les sommets alpins, dans la partie qui dépasse les nuages. Ce sont là les premiers aperçus d'une physique qui explique la distribution de la chaleur et la différence des climats par des causes locales, par la direction des vents qui dominent, par la proximité du soleil, par l'action d'un principe humide ou salin. La conséquence de ces idées systématiques était une certaine indépendance qu'on supposait entre les climats et la latitude des lieux: aussi le mythe des Hyperboréens, lié par son origine au culte dorien et primitivement boréal d'Apollon, a pu se déplacer du nord vers l'ouest, en suivant Hercule dans ses courses aux sources de l'Ister, à l'île d'Erythia et aux Jardins des Hespérides. Les *Rhipes* au Monts *Rhipéens* sont aussi un nom significatif *météorologique*. Ce sont les montagnes de *l'impulsion* ou du souffle *glacé* (ῥιπή), celles d'où se déchaînent les tempêtes boréales." Asie centr. T. I. pag. 392 und 403.

†) Im Hindustani bezeichnet (wie schon Wilford bemerkt) von zwei Wörtern, die verwechselt werden könnten, das eine, tschiûntâ, eine große schwarze Ameisenart (woher das Diminutiv tschiûntî, tschîntî, die kleine gewöhnliche Ameise; das andre, tschîtâ, ein geflecktes Pantherthier, den kleinen Jagdleoparden (Felis jubata, Schreb.). Das letzte Wort ist das Sanskritwort tschitra, buntfarbig, gefleckt, wie der bengalische Name für das Thier (tschitâbâgh und tschitibâgh, von bâgh, sanskr. wyâghra, Tiger) beweist. (**Buschmann.**) — Im Mahabharata (II. 1860) ist neuerlichst eine Stelle aufgefunden worden, in der von dem Ameisengolde die Rede ist. „Wilso invenit (Journ. of the Asiat. Soc. Vol. VII, 1843 p. 143) mentionem fieri etiam in Indicis litteris bestiarum aurum effodientium, quas, quum terram effodiant, eodem nomine (*pipilica*) atque formicas Indi nuncupant." Vergl. **Schwanbeck** in Megasth. Indicis 1846 p. 73. Auffallend ist es mir gewesen zu sehen, daß in basaltreichen Gegenden des mexicanischen Hochlandes die Ameisen glänzende Körner von Hyalit zusammentragen, die ich mir aus Ameisenhaufen sammeln konnte.

denen Mytilene und Smyrna glänzten, bis zu der Gründung von Syracus, Croton und Cyrene sind aber auch vier bis fünf Jahrhunderte verflossen. Die Inder und Malayen haben nur schwache Ansiedelungen an der Ostküste von Afrika, in Zokotora (Dioscorides) und im südlichen asiatischen Archipel versucht. Bei den Phöniciern hat sich zwar ein sehr ausgebildetes Colonial-System auf noch größere Räume als das griechische ausgedehnt, indem dasselbe, doch mit sehr großer Unterbrechung der Stationen, sich vom persischen Meerbusen bis Cerne an der Westküste von Afrika erstreckte. Kein Mutterland hat je eine Colonie geschaffen, welche in dem Grade mächtig erobernd und handelnd zugleich gewesen ist, als es Carthago war. Aber Carthago stand trotz seiner Größe in geistiger Cultur und artistischer Bildsamkeit tief unter dem, was in den griechischen Pflanzstädten so herrlich und dauernd unter den edelsten Kunstformen erblühte.

Vergessen wir nicht, daß gleichzeitig viele volkreiche griechische Städte in Kleinasien, im ägäischen Meere, in Unteritalien und Sicilien glänzten; daß, wie Carthago, so auch die Pflanzstädte Miletus und Massilia andere Pflanzstädte gründeten; daß Syracus auf dem Gipfel seiner Macht gegen Athen und die Heere von Hannibal und Hamilkar kämpfte; daß Milet nach Tyrus und Carthago lange Zeit die erste Handelsstadt der Welt war. Indem sich durch die Thatkraft eines, in seinem Inneren oft erschütterten Volkes ein so reich bewegtes Leben nach außen entfaltete, wurden, bei zunehmendem Wohlstande, durch die Verpflanzung einheimischer Cultur überall neue Keime der geistigen National-Entwickelung hervorgerufen. Das Band gemeinsamer Sprache und Heiligthümer umfaßte die fernesten Glieder. Durch diese trat das kleine hellenische Mutterland in die weiten Lebenskreise anderer Völker. Fremde Elemente wurden aufgenommen, ohne dem Griechenthum etwas von seinem großen und selbstständigen Charakter zu entziehen. Der Einfluß eines Contacts mit dem Orient und, über hundert Jahre vor dem Einfall des Cambyses, mit dem noch nicht persisch gewordenen Aegypten war ohnedies seiner Natur nach dauernder als der Einfluß so viel bestrittener, in tiefes Dunkel gehüllter Niederlassungen des Cecrops aus Sais, des Kadmus aus Phönicien und des Danaus aus Chemmis.

Was die griechischen Colonien von allen anderen, besonders von den starren phönicischen, unterschied und in den ganzen Organismus ihres Gemeinwesens eingriff, entsprang aus der Individualität und uralten Verschiedenheit der Stämme, in welche die Nation sich theilte. Es war in den Colonien wie im ganzen Hellenismus ein Gemisch von bindenden und trennenden Kräften. Diese Gegensätze erzeugten Mannigfaltigkeit in der Ideenrichtung und den Gefühlen, Verschiedenheiten in Dichtungsweise und melischer Kunst; sie erzeugten überall die reiche Lebensfülle, in welcher sich das scheinbar Feindliche, nach höherer Weltordnung, zu mildernder Eintracht löste.

Waren auch Milet, Ephesus und Kolophon ionisch; Cos, Rhodus und Halikarnaß dorisch; Croton und Sybaris achäisch: so übte doch mitten in dieser Vielseitigkeit der Cultur, ja da, wo in Unteritalien Pflanzstädte verschiedener Volksstämme neben einander lagen, die Macht der homerischen Gesänge, die Macht des begeisterten, tiefempfundenen Wortes, ihren allvermittelnden Zauber aus. Bei fest gewurzelten Contrasten in den Sitten und in den Staatsverfassungen, bei dem wechselnden Schwanken der letzteren erhielt sich das Griechenthum ungetheilt. Ein weites durch die einzelnen Stämme errungenes Reich der Ideen und Kunsttypen wurde als das Eigenthum der gesammten Nation betrachtet.

Es bleibt mir übrig in diesem Abschnitt noch des dritten Punktes zu erwähnen, den wir oben als vorzüglich einflußreich auf die Geschichte der Weltansichten neben der Eröffnung des Pontus und der Stiftung der Colonien am Rande des inneren Meerbeckens bezeichnet haben. Die Gründung von Tartessus und Gades, wo ein Tempel dem wandernden Gotte Melkarth (einem Sohne des Bal) geheiligt war, die Pflanzstadt Utica, älter als Carthago, erinnern daran, daß die Phönicier schon viele Jahrhunderte lang durch den freien Ocean

schifften, als den Hellenen noch die Straße, die Pindar*) die Gadeirische Pforte nennt, verschlossen war. So wie die Milesier in Osten durch den geöffneten Pontus†) Verbindungen stifteten, durch welche der Landhandel mit dem europäischen und asiatischen Norden und in viel späteren Zeiten mit dem Oxus und Indus belebt wurde, so suchten unter den Hellenen die Samier‡) und Phocäer||) zuerst aus dem Becken des Mittelmeers gegen Westen vorzudringen.

Coläus von Samos wollte nach Aegypten schiffen, wo zu dieser Zeit der vielleicht nur erneuerte Verkehr mit den Griechen unter Psammitichus begonnen hatte. Er wurde durch Oststürme nach der Insel Platea und von da (Herodot fügt bedeutsam hinzu: „nicht ohne göttliche Schickung") durch die Meerenge in den Ocean getrieben. Nicht bloß der Zufall eines unerwarteten Handelsgewinnstes in dem iberischen Tartessus, sondern die räumliche Entdeckung, der Eintritt in eine unbekannte, nur mythisch geahndete Welt gab der Begebenheit Größe und Ruf, so weit im Mittelmeer die griechische Zunge verständlich war. Hier, jenseits der Säulen des Hercules (früher Säulen des Briareus, des Aegäon und Kronos genannt), an dem westlichen Erdrande, auf dem Wege zum Elysium und zu den Hesperiden, sah man zuerst die Urwasser des kreisenden Okeanos¶), in welchem damals noch der Ursprung aller Flüsse gesucht ward.

Am Phasis war der Schiffer wieder an eine den Pontus begrenzende Küste gelangt, jenseits deren er sich einen Sonnenteich fabeln durfte; südlich von Gadeira und Tartessus ruhte frei der Blick auf dem Unbegrenzten. Dieser Umstand hat anderthalb Jahrtausende lang der Pforte des inneren Meeres eine eigene Wichtigkeit gegeben. Immerfort nach dem Jenseitigen strebend, haben seefahrende Völker, haben hinter einander Phönicier, Hellenen, Araber, Catalonen, Mayorcaner, Franzosen aus Dieppe und La Rochelle, Genueser, Venetianer, Portugiesen und Spanier Versuche gemacht in dem atlantischen Oceane (er galt lange für ein schlammerfülltes, seichtes, nebeliges Dunkelmeer, Mare tenebrosum) vorzudringen: bis gleichsam stationsweise jene südlichen Nationen, von den canarischen Inseln und den Azoren aus, endlich den Neuen Continent erreichten, welchen aber Normannen schon früher und auf anderem Wege erreicht hatten.

Während Alexander den fernen Osten eröffnete, leiteten schon Betrachtungen über die Gestalt der Erde den großen Stagiriten**) auf die Idee der Nähe von Indien zu den Säulen des Hercules; ja Strabo ahndete sogar, „daß in der nördlichen Hemisphäre, vielleicht in dem Parallelkreise, welcher durch die Säulen, die Insel Rhodus und Thinä geht, zwischen den Küsten des westlichen Europa's und des östlichen Asiens mehrere andere bewohnbare Ländermassen††) liegen könnten." Die Angabe einer solchen Oertlichkeit in der fortgesetzten Längenaxe des Mittelmeeres hing mit einer großartigen im Alter-

*) Bei Strabo lib. III, p. 172. (Böckh, Pind. fragm. N. 155.) — Die Fahrt des Coläus von Samos fällt nach Otfr. Müller (Prolegomena zu einer wissenschaftlichen Mythologie) in Ol. 31, nach Letronne's Untersuchung (Essai sur les idées cosmographiques, qui se rattachent au nom d'Atlas p. 9) in Ol. 35, 1 oder in das Jahr 640. Die Epoche ist von der Gründung von Cyrene, welche Otfr. Müller (Minyer S. 344, Prolegomena S. 63) zwischen Ol. 35 und 37 setzt, abhängig, weil man zur Zeit des Coläus (Herod. IV, 152) von Thera noch nicht den Weg nach Libyen kannte. Zumpt setzt die Gründung von Carthago 878, die von Gades 1100 vor Chr.

†) Nach Art der Alten (Strabo lib. II, p. 126) rechne ich den ganzen Pontus sammt der Mäotis, wie geognostische und physikalische Ansichten es erheischen, zu dem gemeinsamen Becken des großen Inneren Meeres.

‡) Herod. IV, 152.

||) Herod. I, 163, wo den Phocäern sogar die Entdeckung von Tartessus zugeschrieben wird; aber die Handelsunternehmung der Phocäer war nach Ukert (Geogr. der Griechen und Römer Th. I, 1. S. 40) 70 Jahre später als Coläus von Samos.

¶) Nach einem Fragmente des Phavorinus sind die Wörter ὠκεανός (und also auch ὠγήν) keinesweges griechisch, sondern von den Barbaren entlehnt (Spohn de Nicephor. Blemm. duobus opusculis 1818 p. 23). Mein Bruder glaubte, daß sie mit den Sanskritwurzeln ogha und ogh zusammenhangen. (S. Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 33 und 182).

**) Aristot. de Coelo II, 14 (pag. 298,b Bekk.), Meteor. II, 5 (pag. 362 Bekk.); vergl. mein Examen critique T. I. p. 125—130. Seneca wagt zu sagen (Nat. Quaest. in praefat. 11): „contemnet curiosus spectator domicilii (terrae) angustias. Quantum enim est quod ab ultimis littoribus Hispaniae usque ad Indos jacet? *Paucissimorum dierum spatium*, si navem suus ventus implevit." (Examen crit. T. I. p. 158.

††) Strabo lib. I pag. 65 und 118 Casaub. (Examen crit. T. I. p. 152.)

thum sehr verbreiteten Erdansicht des Eratosthenes zusammen, nach welcher der ganze alte Continent in seiner weitesten Ausdehnung von Westen nach Osten, ungefähr im Parallel von 36°, eine wenig unterbrochene Hebungslinie darbietet*).

Aber die Expedition des Coläus von Samos bezeichnet nicht bloß eine Epoche, in welcher sich den griechischen Stämmen und den Nationen, auf die ihre Civilisation vererbt wurde, neue Aussicht zu fernen nautischen Unternehmungen entfaltete: sie erweiterte auch unmittelbar den Kreis der Ideen. Ein großes Naturphänomen, das im periodischen Anschwellen des Meeres den Verkehr der Erde mit dem Mond und der Sonne sichtbar macht, fesselte nun zuerst dauernd die Aufmerksamkeit. In den afrikanischen Syrten hatte das Phänomen den Griechen unregelmäßiger geschienen, es war ihnen sogar bisweilen gefahrbringend gewesen. Posidonius beobachtete Ebbe und Fluth zu Ilipa und Gadeira, und verglich seine Beobachtungen mit dem, was ihm dort über den Einfluß des Mondes die erfahrneren Phönicier†) mittheilen konnten.

II.

Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen. — Umgestaltung der Weltverhältnisse. — Verschmelzung des Westens mit dem Osten. — Das Griechenthum befördert die Völkervermischung vom Nil bis zum Euphrat, dem Jaxartes und Indus. — Plötzliche Erweiterung der Weltansicht durch eigene Beobachtung der Natur wie durch den Verkehr mit altcultivirten, gewerbtreibenden Völkern.

In dem Entwickelungsgange der Menschengeschichte, so fern dieselbe eine innigere Verbindung der europäischen Abendländer mit dem südwestlichen Asien, dem Nilthale und Libyen darstellt, bezeichnen die Heerzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen, der Untergang der Perserherrschaft, der beginnende Verkehr mit Vorder-Indien, die Einwirkung des 116 Jahre dauernden griechisch-bactrischen Reichs eine der wichtigsten Epochen des gemeinsamen Völkerlebens. War die Sphäre der Entwickelung fast maaßlos dem Raume nach, so gewann sie dazu noch an intensiver moralischer Größe durch das unablässige Streben des Eroberers nach Vermischung aller Stämme, nach einer Welteinheit unter dem begeistigenden Einflusse des Hellenismus‡). Die Gründung so vieler neuer Städte an Punkten, deren Auswahl höhere Zwecke andeutet, die Anordnung und Gliederung eines selbstständigen Gemeinwesens zur Verwaltung dieser Städte, die zarte Schonung der Nationalgewohnheiten und des einheimischen Cultus, — alles bezeugt, daß der Plan zu einem großen organischen Ganzen gelegt war. Was vielleicht ursprünglich diesem Plane nicht angehörte, hat sich, wie es immer in dem Drange vielumfassender Weltbegebenheiten der Fall ist, später aus der Natur der Verhältnisse von selbst entwickelt. Erinnert man sich nun, daß von der Schlacht am Granicus bis zu dem zerstörenden Einbruch der Saker und Tocharer in Bactrien nur 52 Olympiaden verflossen sind, so bewundert man die Ausdauer und die zauberisch vermittelnde Macht der von Westen eingeführten hellenischen Bildung. Dem Wissen der Araber, der Neuperser und Inder beigemengt, hat diese Bildung ihre Wirksamkeit bis in das Mittelalter ausgeübt: so daß es oft zweifelhaft bleibt, was der griechischen Literatur, was unvermischt dem Erfindungsgeiste jener asiatischen Völker ursprünglich zugehört.

*) Im Diaphragma (der Erdscheidungslinie) des Dicäarchus läuft die Hebung durch den Taurus, die Ketten des Demavend und Hindu-Kho, den nord-tübetischen Kuen-lün und das mit ewigem Schnee bedeckte Wolkengebirge der chinesischen Provinzen Sse-tschuan und Kuang-si. S. meine orographischen Untersuchungen über diese Hebungslinie in der Asie centrale T. I. p. 104—114, 118—164; T. II. p. 413 und 438.

†) Strabo lib. III pag. 173 (Examen crit. T. III. p. 98).

‡) Droysen, Gesch. Alexanders des Großen S. 544; derselbe in der Gesch. der Bildung des hellenistischen Staatensystems S. 23—34, 588—592, 748—755,

Das Princip der Einigung und Einheit oder vielmehr das Gefühl von dem wohlthätigen politischen Einflusse dieses Princips lag, wie alle seine Staatseinrichtungen beweisen, tief in dem Gemüth des kühnen Eroberers. Selbst auf Griechenland angewandt, war es ihm von seinem großen Lehrer schon frühe eingeprägt worden. In der Politik des Aristoteles *) lesen wir: „den asiatischen Völkern fehlt es nicht an Thätigkeit des Geistes und Kunstgeschicklichkeit; doch muthlos leben sie in Unterwürfigkeit und Knechtschaft, während die Hellenen, kräftig und regsam, in Freiheit lebend und deshalb gut verwaltet, wären sie zu einem Staate vereinigt, alle Barbaren beherrschen könnten." So schrieb der Stagirite bei seinem zweiten Aufenthalte in Athen †), ehe noch Alexander über den Granicus ging. Die Grundsätze des Lehrers, so „widernatürlich diesem auch das unumschränkte Königthum (die παμβασιλεία) erschien," haben zweifelsohne einen lebendigeren Eindruck auf den Eroberer gemacht als die phantasiereichen Berichte des Ktesias über Indien, denen August Wilhelm von Schlegel und vor ihm schon Ste. Croix eine so große Wirkung zuschreiben ‡).

In dem vorhergehenden Abschnitte haben wir das Meer als ein vermittelndes, völkerverbindendes Element, die durch Phönicier und Carthager, Tyrrhener und Tusker erweiterte Schifffahrt in wenigen Zügen geschildert. Wir haben gezeigt, wie, durch zahlreiche Colonien in ihrer Seemacht verstärkt, die Griechen gegen Osten und Westen, durch die Argonauten von Jolkos und durch den Samier Coläus, aus dem Becken des Mittelmeers vorzudringen gestrebt, wie gegen Süden die Salomon-Hiramschen Expeditionen, in Ophirfahrten, durch das rothe Meer ferne Goldländer besuchten. Der zweite Abschnitt führt uns vorzugsweise in das Innere eines großen Continents auf Wegen, die dem Landhandel und der Flußschifffahrt geöffnet werden. In den kurzen Zeitraum von zwölf Jahren fallen der Zeitfolge nach: die Feldzüge in Vorder-Asien und Syrien mit den Schlachten am Granicus und in den Strandpässen von Issus; die Einnahme von Tyrus und die leichte Besitznahme Aegyptens; der babylonisch-persische Feldzug, als bei Arbela (in der Ebene von Gaugamela) die Weltherrschaft der Achämeniden vernichtet wurde; die Expedition nach Bactrien und Sogdiana zwischen dem Hindu Kho und dem Jaxartes (Syr); endlich das kühne Vordringen in das Fünfstromland (Pentapotamia) von Vorder-Indien. Fast überall hat Alexander hellenische Ansiedelungen gegründet und in der ungeheuren Länderstrecke vom Ammonstempel in der libyschen Oase und von Alexandria am westlichen Nil-Delta bis zum nördlichen Alexandria am Jaxartes (dem jetzigen Khodjend in Fergana) griechische Sitten verbreitet.

Die Erweiterung des Ideenkreises, — und dies ist der Standpunkt, aus welchem hier des Macedoniers Unternehmen und die längere Dauer des bactrischen Reiches betrachtet werden müssen —, war begründet: in der Größe des Raumes; in der Verschiedenheit der Klimate von Cyropolis am Jaxartes (unter der Breite von Tiflis und Rom) bis zu dem östlichen Indus-Delta bei Tira unter dem Wendekreise des Krebses. Rechnen wir dazu die wunderbar wechselnde Gestaltung des Bodens, von üppigen Fruchtländern, Wüsten und Schneebergen mannigfaltig durchzogen; die Neuheit und riesenhafte Größe der Erzeugnisse des Thier- und Pflanzenreichs; den Anblick und die geographische Vertheilung ungleich gefärbter Menschenracen; den lebendigen Contact mit theilweise vielbegabten, uraltcultivirten Völkern des Orients, mit ihren religiösen Mythen, ihren Philosophemen, ihrem astronomischen Wissen und ihren sterndeutenden Phantasien. In keiner anderen Zeitepoche (die, achtzehn und ein halbes Jahrhundert später erfolgende Begebenheit der Entdeckung und Aufschließung des tropischen Amerika's ausgenommen) ist auf einmal einem Theile

---

*) Aristot. Polit. VII, 7 pag. 1327 Bekker (vergl. auch III, 16 und die merkwürdige Stelle des Eratosthenes bei Strabo lib. I. p. 66 und 97 Casaub.).

†) Stahr, Aristotelia Th. II. S. 114.

‡) Ste. Croix, Examen critique des historiens d'Alexandre p. 731 (Schlegel, Ind. Bibliothek Bd. I. S. 150).

Die Kunde eines großen Theils des Erdbodens wurde nun erst wahrhaft eröffnet. Di
Welt der Objecte trat mit überwiegender Gewalt dem subjectiven Schaffen gegenüber; un
indem, durch Alexanders Eroberungen, griechische Sprache und Literatur sich fruchtbringen
verbreiteten, waren gleichzeitig die wissenschaftliche Beobachtung und die systematische Be
arbeitung des gesammten Wissens durch Aristoteles Lehre und Vorbild dem Geiste klar ge
worden*). Wir bezeichnen hier ein glückliches Zusammentreffen günstiger Verhältnisse
denn gerade in der Epoche, in der sich plötzlich ein so ungeheurer Vorrath von neuem Stoff
der menschlichen Erkenntniß darbot, war durch die Richtung, welche der Stagirite gleichzei
tig dem empirischen Forschen nach Thatsachen im Gebiete der Natur, der Versenkung i
alle Tiefen der Speculation und der Ausbildung einer alles scharf umgrenzenden wissen
schaftlichen Sprache gegeben hatte, die geistige Verarbeitung des Stoffes erleichter
und vervielfältigt worden. So bleibt Aristoteles, wie Dante sich schön ausdrückt, auf Jahr
tausende noch: il maestro di color che sanno †).

Der Glaube an eine unmittelbare Bereicherung des Aristotelischen zoologischen Wissen
durch die Heerzüge des Macedoniers ist jedoch durch ernste neuere Untersuchungen, wo nic
gänzlich verschwunden, doch wenigstens sehr schwankend geworden. Die elende Compilatio
eines Lebens des Stagiriten, welche lange dem Ammonius, Sohn des Hermias, zugeschrie
ben ward, hatte unter vielen historischen Irrthümern auch den verbreitet ‡), daß der Phi
losoph seinen Zögling wenigstens bis an die Ufer des Nils begleitet habe ||). Das groß
Werk über die Thiere scheint um sehr weniges neuer als die *Meteorologica*, und dies
fallen nach inneren Kennzeichen ¶) in die 106te, am spätesten in die 111te Olympiade
also entweder 14 Jahre früher, als Aristoteles an den Hof des Philippus kam, oder au
das höchste 3 Jahre vor dem Uebergange über den Granicus. Gegen diese Ansicht eine
frühen Vollendung der neun Bücher Aristotelischer Thiergeschichte werden nun freilich ein
zelne Angaben als widerstreitend angeführt. Dahin gehört die genaue Kenntniß, welch
Aristoteles von dem Elephanten, dem bärtigen Pferd-Hirsche (hippelaphos), dem bactrische

---

über die merkwürdige Stelle des Plinius XII, 6 correspondirt: „Major alia (arbor) pomo et suavitate praecellentior, quo *sapientes* Indorum vivunt. Folium alas avium imitatur, longitudine trium cubitorum, latitudine duûm. Fructum cortice mittit, admirabilem succi dulcedine ut uno quaternos satiet. Arbori nomen *palae*, pomo *arienae*." Folgendes ist das Resultat der Untersuchung meines gelehrten Freundes: „Amarasinha stellt die Musa (Banane, Pisang) an die Spitze aller nahrhaften Pflanzen. Unter den vielen Sanskritnamen, die er anführt, finden sich: varanabuscha, bhanuphala (Sonnenfrucht) und moko, woraus das arabische mauza. Phala (pala) heißt Frucht im allgemeinen und ist also nur aus Mißverständniß für den Namen der Pflanze gehalten worden. Varana kommt ohne buscha nicht im Sanskrit als Name der Musa vor, die Abkurzung mag aber der Volkssprache angehört haben; varana wäre griechisch οὐαρένα, was gewiß von ariena nicht sehr entfernt ist." Vergl. Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 262; mein Essai politique sur la Nouv. Espagne T. II. 1827 p. 382, Relation hist. T. I. p. 491. Den chemischen Zusammenhang des nahrhaften Amylum mit dem Zuckerstoff haben Prosper Alpinus und Abd-Allatif gleichsam geahndet, indem sie die Entstehung der Musa aus der Insertion des Zuckerrohrs oder der süßen Dattelfrucht in die Wurzel der Colocasia zu erklären suchten. (Abd-Allatif, Relation de l'Égypte, trad. par Silvestre de Sacy p. 28 und 105.)

*) Vergl. über diese Epoche Wilhelm von Humboldt in seinem Werke über die Kawi-Sprache und die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues Bd. I. S. CCL und CCLIV; Droysen, Gesch. Alexanders des Gr. S 547, und hellenist. Staatensystem S. 24.

†) Dante, Inf. IV, 130.

‡) Vergl. Cuvier's Behauptungen in der Biogra phie universelle T. II. 1811 p. 458 (leider! auch wied in der Ausgabe von 1843 T. II. p. 219) mit Stahr' Aristotelia Th. I. S. 15 und 108.

||) Cuvier hat, als er das Leben des Aristotele bearbeitete, an diese Begleitung nach Aegypten geglaub „von woher der Stagirite alle Materialien zu der H storia Animalium nach Athen erst Ol. 112, 2 sollte zu rückgebracht haben." Später (1830) hat der große Na turforscher diese Meinung aufgegeben, weil er nach nä herer Untersuchung bemerkte, „daß die Beschreibunge der ägyptischen Thiere nicht nach dem Leben, sonder nach Notizen des Herodot entworfen wären." Vergl Cuvier, Histoire des Sciences naturelles, publié par Magdeleine de Saint-Agy T. I. 1841 p. 136.)

¶) Zu diesen inneren Kennzeichen gehören: di Angabe von der vollkommenen Abgeschlossenheit (Iso lirtheit des caspischen Meeres; die von dem großen un ter dem Archonten Nicomachus erschienenen Comete Ol. 109, 4 nach Corsini, der nicht mit dem, welche Herr von Boguslawski neuerlichst den Cometen de Aristoteles (unter dem Archonten Asteus, Ol. 101 4; Aristot. Meteor. lib. I. cap. 6, 10, Vol. I. pag. 39 Ideler; identisch mit Cometen von 1695 und 1843?) ge nannt hat, zu verwechseln ist; die Erwähnung der Zer störung des Tempels zu Ephesus, wie die eines in 5 Jahren zweimal gesehenen Mondregenbogens. Vergl Schneider ad Aristot. Hist. de Animalibus T. I. p XL, XLII, CIII und CXX; Ideler ad Aristot Meteor. Vol. I. p. X; Humboldt, Asie centr. T II. p. 168.) Daß die Thiergeschichte später ge schrieben als die Meteorologica, erkennt man auch dar aus, daß in diesen bereits auf jene als auf einen Gegen stand hingedeutet wird, der bald folgen soll (Meteor. 1, 3 und IV. 12, 13).

zweibuckligen Kameele, dem Hippardion, das man für den Jagdtiger (Guepard) hält, und von dem indischen Büffel zu haben scheint, welcher letzte erst zur Zeit der Kreuzzüge in Europa eingeführt wurde. Es ist aber zu bemerken, daß gerade der Geburtsort jenes merkwürdig großen Hirsches mit der Pferdemähne, den Diard und Duvaucel aus dem östlichen Indien an Cuvier geschickt haben und welchem dieser sogar den Namen Cervus Aristotelis gegeben hat, nach des Stagiriten eigener Angabe nicht die von Alexander durchzogene indische Pentapotamia ist, sondern Arachosien, eine Landschaft westlich von Kandahar, die mit Gedrosien eine altpersische Satrapie ausmachte*). Sollten nicht die der Mehrzahl nach so kurzen Nachrichten über die Gestalt und die Sitten der oben genannten Thiere dem Aristoteles, ganz unabhängig von dem macedonischen Heerzuge, aus Persien und dem weltverkehrenden Babylon überliefert worden sein? Bei gänzlicher Unbekanntschaft mit der Bereitung des Alkohols †) konnten ohnedies nur Felle und Knochen, nicht aber weiche, der Zergliederung fähige Theile aus dem fernen Asien nach Griechenland geschickt werden. So wahrscheinlich es übrigens auch ist, daß Aristoteles zur Förderung seiner physikalischen und naturbeschreibenden Studien, zur Herbeischaffung eines ungeheuren zoologischen Materials aus dem gesammten Griechenland und aus den griechischen Meeren, ja zur Gründung der für seine Zeit einzigen Büchersammlung, die an Theophrast und später an Neleus von Skepsis überging, von Philippus und Alexander die freigebigste Unterstützung erhalten habe; so sind doch wohl die Geschenke von achthundert Talenten und die „Beköstigung so vieler tausend Sammler, Aufseher von Fischteichen und Vogelhüter" nur für späte

*) Die im Texte genannten fünf Thiere und unter ihnen vorzüglich den Hippelaphus (Pferd-Hirsch mit langer Mähne), das Hippardion, das bactrische Kameel und den Büffel führt Cuvier als Beweise der späteren Abfassung der Historia Animalium des Aristoteles an (Hist. des Sciences nat. T. I. p. 154). Cuvier unterscheidet in dem 4ten Bande seiner vortrefflichen Recherches sur les ossemens fossiles 1823 p. 40—43 und p. 502 zwischen zwei gemähnten Hirschen Asiens, die er Cervus hippelaphus und Cervus Aristotelis nennt. Anfangs hielt er den ersteren, von welchem er ein lebendiges Exemplar in London gesehen, und von welchem Diard ihm Felle und Geweihe aus Sumatra geschickt hatte, für den hippelaphos des Aristoteles aus Arachosien (Hist. de Animal. II, 2 § 3 und 4, T. I. pag. 43–44 Schneider); später schien ihm ein von Duvaucel aus Bengalen gesandter Hirschkopf, der Zeichnung des ganzen großen Thieres nach, noch mehr mit der Beschreibung des Stagiriten vom Hippelaphus übereinzustimmen. Letzterer, einheimisch in dem bengalischen Gebirge Sylhet, in Nepaul und östlich vom Indus, erhielt nun den Namen Cervus Aristotelis. Wenn in demselben Capitel, in welchem Aristoteles von gemähnten Thieren im Allgemeinen redet, neben dem Pferd-Hirsch (Equicervus) auch der indische Guepard oder Jagdtiger (Felis jubata) bezeichnet sein soll, so ist, wie Schneider (T. III. p. 66) will, die Lesart πάρδιον der τὸ ἱππάρδιον vorzuziehen. Die letztere Lesart würde am besten, wie auch Pallas (Spicileg. zool. fasc. I. p. 4) meint, auf die Giraffe zu deuten sein. — Hätte Aristoteles den Guepard selbst gesehen und nicht bloß beschreiben hören, wie würde er die nicht retractilen Klauen bei einem katzenartigen Thiere unerwähnt gelassen haben! Eben so ist es auffallend, daß der immer so genaue Aristoteles, wenn er wirklich (wie August Wilhelm von Schlegel behauptet) „nahe bei seiner Wohnung zu Athen eine Menagerie gehabt und einen von den bei Arbela erbeuteten Elephanten selbst zergliedert" hätte, die kleine Oeffnung neben den Schläfen, in welcher besonders zur Brunstzeit des Elephanten eine starkriechende Flüssigkeit abgesondert wird und auf welche die indischen Dichter so oft anspielen, nicht beschrieben habe (Schlegel's Indische Bibliothek Bd. 1. S. 163—166). Ich erinnere an diesen kleinlich scheinenden Umstand hier besonders deshalb, weil uns die eben genannte Drüsenöffnung zunächst aus Berichten des Megasthenes (Strabo lib. XV pag. 704 und 705 Casaub.) bekannt war und doch gewiß Niemand darum diesem eine anatomische Kenntniß zuschreiben wird. Ich finde in den verschiedenen zoologischen Werken des Aristoteles, welche auf uns gekommen sind, nichts, was auf Selbstbeobachtung an Elephanten oder gar auf Zergliederung derselben zu schließen nöthigte. Indeß ist die Möglichkeit, daß die Historia Animalium, wenn sie auch am wahrscheinlichsten schon vor dem kleinasiatischen Feldzuge Alexanders vollendet war, doch, wie Stahr will (Aristotelia Th. II. S. 98), bis zu dem Lebensende des Verfassers (Ol. 114, 3, also drei Jahre nach dem Tode des großen Eroberers) durch Zusätze habe vervollständigt werden können, keineswegs zu läugnen; es fehlt aber an directen Zeugnissen dafür. Alles, was wir von dem Briefwechsel des Aristoteles besitzen, ist unächt (Stahr Th. I. S. 194—208, Th. II. S. 169—234), und Schneider sagt mit großer Zuversicht Hist. de Animal. T. I. p. XL), „hoc enim tanquam certissimum sumere mihi licebit, scriptas comitum Alexandri nótitias post mortem domum regis fuisse vulgatas."

†) Ich habe an einem andern Orte gezeigt, daß, wenn auch die Zerlegung des geschwefelten Quecksilbers durch Destillation schon im Dioscorides (Mat. medica V, 110 p. 667 Saracen.) beschrieben ist, doch die erste Beschreibung der Destillation einer Flüssigkeit (bei künstlicher Versüßung des Seewassers) sich in dem Commentar des Alexander von Aphrodisiae zu dem Buche de Meteorol. des Aristoteles findet; s. mein Examen critique de l'hist. de la Géographie T. II. p. 308—316 und Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de Generat. et Alexandri Aphrod. in Meteorol. Comm. Venet. 1527 p. 97, b. Alexander aus Aphrodisias in Carien, der gelehrte Commentator der Meteorologica des Aristoteles, lebte unter Septimius Severus und Caracalla; und wenn bei ihm auch chemische Apparate χημικὰ ὄργανα heißen, so beweist doch wohl eine Stelle des Plutarch (de Iside et Osir. c. 33), daß das Wort Chemie von den Griechen auf die ägyptische Kunst angewandt nicht von χέω abzuleiten ist (Hoefer, Histoire de la Chimie T. I. p. 91, 195 und 219, T. II. p. 109).

Uebertreibungen *) und mißverstandene Traditionen des Plinius, Athenäus und Aelian zu halten.

Die macedonische Expedition, welche einen großen und schönen Theil der Erde dem Einflusse eines einzigen und dazu eines so hochgebildeten Volkes eröffnete, kann demnach im eigentlichsten Sinne des Wortes als eine wissenschaftliche Expedition betrachtet werden: ja als die erste, in der ein Eroberer sich mit Gelehrten aus allen Fächern des Wissens, mit Naurforschern, Landmessern, Geschichtsschreibern, Philosophen und Künstlern umgeben hatte. Aristoteles wirkte aber nicht blos durch das, was er selbst hervorgebracht; er wirkte auch durch die geistreichen Männer seiner Schule, welche den Feldzug begleiteten. Unter diesen glänzte vor allen des Stagiriten naher Verwandter, Callisthenes aus Olynth, der schon vor dem Heerzuge botanische Werke und eine feine anatomische Untersuchung über das Gesichtsorgan geliefert hatte. Durch die ernste Strenge seiner Sitten und die ungemessene Freiheit seiner Rede ward er dem, schon von seiner edlen und hohen Sinnesart herabgesunkenen Fürsten, wie dessen Schmeichlern, verhaßt. Callisthenes zog unerschrocken die Freiheit dem Leben vor, und als man ihn zu Bactra in die Verschwörung des Hermolaus und der Edelknaben schuldlos verwickelte, ward er die unglückliche Veranlassung zu der Erbitterung Alexanders gegen seinen früheren Lehrer. Theophrast, des Olynthiers gemüthlicher Freund und Mitschüler, hatte den Biedersinn, ihn nach seinem Sturze öffentlich zu vertheidigen; von Aristoteles wissen wir nur, daß er ihn vor seiner Abreise zur Vorsicht gemahnt und, durch den langen Aufenthalt bei Philipp von Macedonien des Hoflebens, wie es scheint, sehr kundig, ihm gerathen habe: „mit dem König so wenig als möglich, und wenn es sein müßte, immer beifällig zu reden †)."

Von auserwählten Männern aus der Schule des Stagiriten unterstützt, hatte Callisthenes, als ein schon in Griechenland mit der Natur vertrauter Philosoph, in den neu aufgeschlossenen weiteren Erdkreisen die Forschungen seiner Mitarbeiter zu höheren Ansichten geleitet. Nicht die Pflanzenfülle und das mächtige Thierreich, nicht die Gestaltung des Bodens oder die Periodicität des Anschwellens der großen Flüsse konnten allein die Aufmerksamkeit fesseln; der Mensch und seine Geschlechter in ihren mannigfaltigen Abstufungen der Färbung und Gesittung mußten nach dem eigenen Ausspruche des Aristoteles ‡) als „der Mittelpunkt und Zweck der gesammten Schöpfung erscheinen: als komme der Gedanke des göttlichen Denkens hienieden erst in ihm zum Bewußtsein." Aus dem Wenigen, was uns von den Berichten des im Alterthum so getadelten Onesikritus übrig ist, ersehen wir, wie sehr man in der macedonischen Expedition, weit zum Sonnenaufgang gelangend, verwundert war, zwar die von Herodot genannten dunkelfarbigen, den Aethiopen ähnlichen indischen Stämme, aber nicht die afrikanischen kraushaarigen Neger zu finden ||); man beachtete scharf den Einfluß der Atmosphäre auf Färbung, die verschiedene Wirkung der trockenen und feuchten Wärme. In der frühesten homerischen

*) Vergl. Sainte-Croix, Examen des historiens d'Alexandre 1810 p. 207 und Cuvier, Hist. des Sciences nat. T. I. p. 137 mit Schneider ad Aristot. de Hist. Animal. T. I. p. XLII—XLVI und Stahr, Aristotelia Th. I. S. 116—118. Wenn demnach die Sendungen aus Aegypten und Inner-Asien sehr unwahrscheinlich sind, so bezeugen dagegen die neuesten großen Anotomen Johannes Müller, mit welcher wundervollen Feinheit Aristoteles Fische der griechischen Meere zergliederte. S. über die Adhärenz des Eies mit dem Uterus in einer der beiden im Mittelmeer lebenden Arten der Gattung Mustelus, die im Fötuszustande eine Placenta des Dottersacks besitzt, welche mit der Uterin-Placenta der Mutter zusammenhängt, die gelehrte Abhandlung von Johannes Müller und seine Untersuchungen über den γαλεὸς λεῖος des Aristoteles in den Abhandl. der Berliner Akademie aus d. J. 1840 S. 192—197. (Vergl. Aristot. Hist. Anim. VI, 10 und de Gener. Anim. III, 3.) Eben so zeugen für die feinsten anatomischen Selbstarbeiten des Stagiriten die Unterscheidung und ausführliche Zergliederung der Tintenfisch-Arten, die Beschreibung der Zähne in den Schnecken und der Organe anderer Gasteropoden. (Vergl. Hist. Anim. IV, 1 und 4 mit Lebert in Müller's Archiv der Physiologie 1846 S. 463 und 467.) Auf die Gestalt der Schneckenzähne habe ich selbst schon 1797 die neueren Naturforscher aufmerksam gemacht; s. meine Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser Buch I. S. 261.

†) Valer. Maxim. VII, 2: „ut cum Rege aut rarissime aut quam jucundissime loqueretur."

‡) Aristot. Polit. I, 8 und Eth. ad Eudemum VII, 14.

||) Strabo lib. XV pag. 690 und 695 (Herod. III, 101).

Zeit und noch lange nach den Homeriden wurde die Abhängigkeit der Luftwärme von den Breitengraden, von den Polarabständen, vollkommen verkannt; Osten und Westen bestimmten damals die ganze thermische Meteorologie der Hellenen. Die nach dem Aufgang gelegenen Erdstriche wurden für „sonnennäher, für Sonnenländer" gehalten. „Der Gott färbt in seinem Laufe mit des Russes finsterem Glanze die Haut des Menschen und kräuselt ihm dörrend das Haar*)."

Alexanders Heerzüge gaben zuerst Veranlassung in einem großen Maaßstabe die besonders in Aegypten zusammenströmenden afrikanischen Menschenracen mit den arischen Geschlechtern jenseits des Tigris und den alt-indischen, sehr dunkel gefärbten, aber nicht kraushaarigen Urvölkern zu vergleichen. Die Gliederung der Menschheit in Abarten; ihre Vertheilung auf dem Erdboden, mehr als Folge geschichtlicher Ereignisse als des langdauernden klimatischen Einflusses da, wo die Typen einmal festgesetzt sind; der scheinbare Widerspruch zwischen Färbung und Wohnort mußten denkende Beobachter auf das lebhafteste anregen. Noch findet sich im Inneren des großen indischen Landes ein weites Gebiet, das von sehr dunkel, fast schwarz gefärbten, von den später eingedrungenen helleren arischen Stämmen gänzlich verschiedenen Ureinwohnern bevölkert ist. Dahin gehören unter den Vindhya-Völkern die Gonda, die Bhilla in den Waldgebirgen von Malava und Guzerat, wie die Kola von Orissa. Der scharfsinnige Lassen hält es für wahrscheinlich, daß zu Herodots Zeit die schwarze asiatische Race, dessen „Aethiopier vom Aufgang der Sonne," den lybischen wohl in der Hautfarbe, aber nicht in der Beschaffenheit des Haares ähnlich, viel weiter als jetzt gegen Nordwesten verbreitet waren†). Eben so dehnten im alten ägyptischen Reiche die eigentlichen wollhaarigen, oft besiegten Negerstämme ihre Wohnsitze weit in das nördliche Nubien aus‡).

Zu der Bereicherung des Ideenkreises, welche aus dem Anblick vieler neuen physischen Erscheinungen, wie aus dem Contact mit verschiedenen Volksstämmen und ihrer contrastirenden Civilisation entsprang, gesellten sich leider! nicht die Früchte ethnologischer Sprachvergleichung, in so fern dieselbe philosophisch, abhängig von den Grundverhältnissen des Gedankens||), oder bloß historisch ist. Diese Art der Untersuchung war dem sogenannten classischen Alterthume fremd. Dagegen lieferte Alexanders Expedition den Hellenen wissenschaftliche Materialien, welche den lange aufgehäuften Schätzen früher cultivirter Völker entnommen werden konnten. Ich erinnere hier vorzugsweise daran, daß mit der Kenntniß der Erde und ihrer Erzeugnisse durch die Bekanntschaft mit Babylon, nach neueren und gründlichen Untersuchungen, auch die Kenntniß des Himmels ansehnlich vermehrt wurde. Allerdings war durch die Eroberung des Cyrus der Glanz des astronomischen Priester-Collegiums in der orientalischen Weltstadt bereits tief gesunken. Die Trep-

*) So Theodectes von Phaselis; s. oben Kosmos Buch I. S. 188 und Anm. Alles Nördliche wurde mehr dem Westen, alles Südliche dem Osten zugeschrieben; vergl. Völcker über Homerische Geographie und Weltkunde S. 43 und 87. Das Unbestimmte des Wortes Indien, schon damals an Ideen der Lage, der Menschenfärbung und kostbarer Erzeugnisse geknüpft, trug zur Verbreitung solcher meteorologischen Hypothesen bei; denn Indien hießen gleichzeitig West-Arabien, das Land zwischen Ceylon und dem Ausfluß des Indus, das troglodytische Aethiopien und das afrikanische Myrrhen- und Zimmtland südlich vom Vorgebirge der Arome (Humboldt, Examen crit. T. II. p. 35).

†) Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 369, 372—375, 379 und 389; Ritter, Asien Bd. IV, 1. S. 446.

‡) Die geographische Verbreitung der Menschenracen kann so wenig als die der Pflanzen und Thiere in ganzen Continenten nach Breitengraden bestimmt werden. Das Axiom, welches Ptolemäus (Geogr Lib I cap. 9) aufstellt, daß es nördlich vom Parallel von Agisymba keine Elephanten, kein Rhinoceros und keine Neger gebe, ist völlig unbegründet (Examen critique T. I. p. 39). Die Lehre von dem allgemeinen Einfluß des Bodens und der Klimate auf die intellectuellen Anlagen und die Gesittung der Menschheit blieb der alexandrinischen Schule des Ammonius Sakkas eigenthümlich, besonders dem Longinus. S. Proclus, Comment. in Tim. p. 50.

||) S. Georg Curtius, die Sprachvergleichung in ihrem Verhältniß zur classischen Philologie 1845 S. 5—7 und dessen Bildung der Tempora und Modi 1846 S. 3—9. (Vergl. auch Pott's Artikel indogermanischer Sprachstamm in der allgem. Encyklopädie von Ersch und Gruber Sect. II. Th. XVIII. S. 1—112.) Untersuchungen über die Sprache im allgemeinen, in so fern sie die Grundverhältnisse des Gedankens berührt, finden sich aber schon bei Aristoteles, da wo er den Zusammenhang der Kategorien mit grammatischen Verhältnissen entwickelt. S. die lichtvolle Darstellung dieser Vergleichung in Adolf Trendelenburg's histor. Beiträgen zur Philosophie 1846 Th. I. S. 23—32.

pen-Pyramide des Belus (zugleich Tempel, Grab und eine die nächtlichen Stunden verkündende Sternwarte) war von Xerxes der Zerstörung preis gegeben; das Monument lag zur Zeit des macedonischen Heerzuges bereits in Trümmern. Aber eben weil die geschlossene Priestercaste sich bereits aufgelöst, ja der astronomischen Schulen sich eine große Zahl*) gebildet hatte, war es dem Callisthenes möglich geworden (wie Simplicius behauptet, auf Rath des Aristoteles) Sternbeobachtungen aus einer sehr langen Periode von Jahren (Porphyrius sagt: für eine Periode von 1903 Jahren vor Alexanders Einzug in Babylon, Ol. 112, 2) nach Griechenland zu senden. Die ältesten chaldäischen Beobachtungen, deren das Almagest erwähnt (wahrscheinlich die ältesten, welche Ptolemäus zu seinen Zwecken tauglich fand), gehen aber freilich nur bis 721 Jahre vor unserer Zeitrechnung, d. h. bis zu dem ersten messenischen Kriege. Gewiß ist es, „daß die Chaldäer die mittleren Bewegungen des Mondes mit einer Genauigkeit kannten, welche die griechischen Astronomen veranlaßte sich derselben zur Begründung der Mondstheorie zu bedienen†)." Auch ihre Planetenbeobachtungen, zu denen sie eine uralte Liebe der Astrologie anregte, scheinen sie zur wirklichen Construction astronomischer Tafeln benutzt zu haben.

Wie viel von den frühesten pythagoreischen Ansichten über die wahre Beschaffenheit des Himmelsgebäudes, über den Planetenlauf und die nach Apollonius Myndius‡) in langer geregelter Bahn wiederkehrenden Cometen den Chaldäern zugehört, ist hier nicht der Ort zu entwickeln. Strabo nennt den „Mathematiker Seleucus" einen Babylonier und unterscheidet ihn||) so von dem Erythräer, der die Meeresfluth maaß. Es genügt zu bemerken, daß auch der griechische Thierkreis höchst wahrscheinlich „von der Dodecatemoria der Chaldäer entlehnt ist und daß derselbe nach Letronne's wichtigen Untersuchungen¶) nicht höher als bis zum Anfange des sechsten Jahrhunderts vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt."

Was der Contact der Hellenen mit den Völkern indischen Ursprungs in der Epoche der macedonischen Heerzüge unmittelbar hervorgerufen, ist in Dunkel gehüllt. Von wissenschaftlicher Seite konnte wahrscheinlich wenig gewonnen werden, weil Alexander in dem Fünfstromlande (in dem Pantschanada), nachdem er das Reich des Porus zwischen dem cederreichen**) Hydaspes (Jelum) und dem Acesines (Tschinab) durchzogen, nur bis zum Hyphasis vorgedrungen war: doch bis zu dem Punkte, wo dieser Fluß bereits die Wasser des Satadru (Hesidrus bei Plinius) empfangen hat. Mißmuth seiner Kriegsvölker und Besorgniß vor einem allgemeinen Aufstande in den persischen und syrischen Pro-

---

*) Die Schulen der Orchener und Borsipener, Strabo lib. XVI p. 739. In dieser Stelle werden in Verbindung mit den chaldäischen Astronomen vier chaldäische Mathematiker namentlich aufgeführt; dieser Umstand ist historisch um so wichtiger, da Ptolemäus, als wären die Beobachtungen in Babylon immer nur collegialisch angestellt worden (Ideler, Handbuch der Chronologie Bd. I. 1825 S. 198), die Sternbeobachter stets durch den Gesammtnamen Χαλδαῖοι bezeichnet.

†) Ideler a. a. O. Bd. I. S. 202, 206 und 218. Wenn man den Zweifel gegen den Glauben an die von Callisthenes aus Babylon nach Griechenland gesandten astronomischen Beobachtungen darauf gründet (Delambre, Histoire de l'Astronomie ancienne T. I. p. 308), „daß keine Spur von diesen Beobachtungen der chaldäischen Priestercaste sich in den Schriften des Aristoteles finde;" so vergißt man, daß Aristoteles (de Coelo lib. II c. 12) gerade da, wo er von einer von ihm selbst beobachteten Bedeckung des Mars vom Monde spricht, ausdrücklich hinzufügt: „eben dergleichen vieljährige an den übrigen Planeten gemachte Beobachtungen haben die Aegypter und die Babylonier angestellt, von denen viele zu unserer Kunde gelangt sind." Ueber den wahrscheinlichen Gebrauch astronomischer Tafeln bei den Chaldäern s. Chasles in den Comtes rendus de l'Acad. des Sciences T. XXIII. (1846) p. 852—854.

‡) Seneca, Nat. Quaest. VII, 17.

||) Vergl. Strabo lib. XVI p. 739 mit lib. III. p. 174.

¶) Diese Untersuchungen sind vom Jahr 1824 s. Guigniaut, Religions de l'Antiquité, ouvr. trad. de l'allem. de. F. Creuzer T. I. P. 2. p. 928). Spätere Aufsätze von Letronne sind die im Journal des Savants 1839 p. 338 und 492 wie auch die Analyse critique des représentations zodiacales en Egypte 1846 p. 15 und 34. (Vergl. damit Ideler über den Ursprung des Thierkreises in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem J. 1838 S. 21.)

**) Die herrlichen Waldungen von Cedrus deodvara (Kosmos Buch I. S. 11), am häufigsten zwischen acht- und eilftausend Fuß, am oberen Hydaspes (Behut), der den Wallersee in dem Alpenthale von Kaschmir durchströmt, haben das Material zu Nearchs Flotte hergegeben (Burnes, Travels Vol. I. p. 59). Der Stamm dieser Ceder hat nach der Beobachtung des, leider! der Wissenschaft (durch den Tod auf einem Schlachtfelde) entrissenen Dr. Hoffmeister, des Begleiters des Prinzen Waldemar von Preußen, oft bis 40 Fuß Umfang.

vinzen zwangen den Helden, der gegen Osten bis zum Ganges vordringen wollte, zur großen Catastrophe der Rückkehr. Die Länder, welche die Macedonier durchstreiften, waren der Wohnsitz wenig cultivirter Stämme. In dem Zwischenlande zwischen dem Satadru und der Yamuna (dem Indus- und Ganges-Gebiete) bildet ein unbedeutender Fluß, die heilige Sarasvati, eine uralte classische Grenze zwischen den reinen, würdigen, frommen Brahma-Anbetern in Osten und den unreinen, nicht in Casten getheilten, königslosen Stämmen in Westen*). Demnach gelangte Alexander nicht bis zu dem eigentlichen Sitze höherer indischer Cultur. Erst Seleucus Nicator, der Gründer des großen Seleuciden-Reiches, drang von Babylon aus gegen den Ganges vor und knüpfte durch die mehrfachen Gesandtschaften des Megasthenes nach Palibutra†) politische Verbindungen mit dem mächtigen Sandracottus (Tschandraguptas).

Auf diese Weise erst entstand ein lebhafter und dauernder Contact mit dem civilisirtesten Theile von Madhya-Desa (dem Land der Mitte). Zwar gab es auch im Pendschab (in der Pentapotamia) einsiedlerisch lebende gelehrte Brachmanen. Wir wissen aber nicht, ob das herrliche indische Zahlensystem, in dem die wenigen Zeichen ihren Werth durch bloße Stellung (Position) erlangen, jenen Brachmanen und Gymnosophisten bekannt war, ob (wie wohl zu vermuthen steht) damals schon im cultivirtesten Theile des indischen Landes der Stellenwerth erfunden war. Welch eine Revolution würde die Welt in der schnelleren Entwickelung und erleichterten Anwendung mathematischer Kenntnisse erfahren haben, wenn der, Alexanders Heer begleitende Brachmane Sphines (im Heere Kalanos genannt), wenn später zu Augusts Zeiten der Brachmane Bargosa, ehe sie beide freiwillig den Scheiterhaufen zu Susa und Athen bestiegen, den Griechen das indische Zahlensystem auf eine Weise hätten mittheilen können, durch die dasselbe zu einem allgemeinen Gebrauche gelangt wäre! Die scharfsinnigen und vielumfassenden Untersuchungen von Chasles haben allerdings gelehrt, daß die sogenannte Methode des pythagorischen Abacus oder Algorismus, wie sie sich in der Geometrie des Boethius beschrieben findet, mit dem indischen Zahlensysteme des Stellenwerthes fast identisch sei; aber jene Methode, lange unfruchtbar bei Griechen und Römern, hat erst im Mittelalter eine allgemeine Verbreitung gewonnen, besonders als das Nullzeichen an die Stelle des leeren Faches trat. Die wohlthätigsten Erfindungen bedürfen oft Jahrhunderte, um anerkannt und vervollständigt zu werden.

III.

Zunahme der Weltanschauung unter den Ptolemäern. — Museum im Serapeum. — Eigenthümlicher Charakter der wissenschaftlichen Richtung in dieser Zeitepoche. — Encyclopädische Gelehrsamkeit. — Verallgemeinerung der Naturansichten in den Erd- und Himmelsräumen.

Nach der Auflösung des macedonischen Weltreichs, das Gebiete dreier Continente umfaßte, entwickeln sich, doch in sehr verschiedener Gestaltung, die Keime, welche das vermittelnde, völkerverbindende Regierungssystem des großen Macedoniers in einen fruchtbaren Boden gelegt hatte. Je mehr die nationale Abgeschlossenheit der hellenischen Denkart da-

*) Lassen in der Pentapotamia indica p. 25. 29. 57—62 und 77, auch in der indischen Alterthumskunde Bd. I. S. 91. Zwischen der Sarasvati, im Nordwesten von Delhi, und der felsenreichen Drischadvati liegt nach Manu's Gesetzbuch Brahmavarta, ein von den Göttern selbst priesterlich eingerichteter Bezirk des Brahma; dagegen ist im weiteren Sinne des Wortes Aryavarta (das Land der Würdigen, Arier) in der alten indischen Geographie das ganze Gebiet östlich vom Indus zwischen dem Himalaya und der Vindhya-Kette, von welcher an südlich die alte nicht-arische Urbevölkerung begann. Madhya-Desa, das Land der Mitte, dessen ich oben (Kosmos Buch I. S. 15) erwähnte, war nur ein Theil von Aryavarta. (Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 204 und Lassen, ind. Alterthumsk. Bd. I. S. 5, 10 und 93.) Die antiken indischen Freistaaten, die Gebiete der Königslosen (von den orthodoxen östlichen Dichtern verdammt), lagen zwischen dem Hydraotes und Hyphasis, d. i. zwischen dem jetzigen Ravi und dem Beas.

†) Megasthenes, Indica ed. Schwanbeck 1846 p. 17.

hinschwand, je mehr ihre schöpferische begeisternde Kraft an Tiefe und Stärke verlor: desto gewinnreicher waren durch Belebung und Erweiterung des Völkerverkehrs, wie durch rationelle Verallgemeinerung der Naturansichten, die Fortschritte in der Kenntniß des Zusammenhangs der Erscheinungen. Im syrischen Reiche, bei den Attaliden von Pergamum, unter den Seleuciden und Ptolemäern wurden sie überall und fast gleichzeitig von ausgezeichneten Herrschern begünstigt. Das griechische Aegypten hatte den Vorzug politischer Einheit; es hatte auch den einer geographischen Weltstellung, die durch den Einbruch des arabischen Meerbusens von Bab-el-Mandeb bis Suez und Akaba (in der Erschütterungs-Richtung SSO—NNW) den Verkehr auf dem indischen Ocean dem Verkehr an den Küsten des Mittelmeers auf wenige Meilen nahe bringt*).

Das Reich der Seleuciden genoß nicht diese Vortheile des Seehandels, wie sie Form und Gliederung der Ländermassen den Lagiden darboten; seine Stellung war gefährdeter, von den Zersplitterungen bedroht, welche die verschiedenartige Nationalität der Satrapien erzeugte. Der Verkehr im Seleuciden-Reiche war überdies mehr ein innerer, an Stromgebiete oder an Caravanenstraßen gefesselt, die allen hindernden Naturgewalten von schneebedeckten Gebirgsketten, Hochebenen und Wüsten trotzten. Der große Waarenzug, in welchem die Seide das kostbarste Product war, ging aus Inner-Asien von der Hochebene der Serer nördlich von Uttara-Kuru, über den steinernen Thurm†) (wahrscheinlich einen befestigten Caravanserai) südlich von den Quellen des Jaxartes nach dem Oxus-Thale zum caspischen und schwarzen Meere. Dagegen war der Hauptverkehr des Lagiden-Reiches, so lebhaft auch die Flußschifffahrt auf dem Nil und die Communication zwischen den Nil-Ufern und den Kunststraßen längs dem Gestade des rothen Meeres sein mochte, doch im eigentlichsten Verstande des Wortes der Seehandel. Nach Alexanders großen Ansichten sollten, in Westen und Osten, das neugegründete ägyptische Alexandria und das uralte Babylon die beiden Hauptstädte des macedonischen Weltreichs werden; doch Babylon hat diesen Hoffnungen später nie entsprochen, und die Blüthe der, von Seleucus Nicator am unteren Tigris erbauten, durch Canäle‡) mit dem Euphrat verbundenen Seleucia trug dazu bei den völligen Verfall von Babylon zu veranlassen.

Drei große Regenten, die ersten drei Ptolomäer, deren Regierung ein ganzes Jahrhundert ausfüllt, haben durch ihre Liebe für die Wissenschaften, durch die glänzendsten Anstalten zur Beförderung geistiger Bildung und durch ununterbrochenes Streben nach Erweiterung des Seehandels, der Natur- und Länderkenntniß einen Zuwachs verschafft, wie derselbe bis dahin noch von keinem Volke errungen worden war. Dieser Schatz ächt wissenschaftlicher Cultur ging von den in Aegypten angesiedelten Hellenen zu den Römern über. Schon unter Ptolomäus Philadelphus, kaum ein halbes Jahrhundert nach dem Tode Alexanders (selbst eher als der erste punische Krieg den aristocratischen Freistaat der Carthager erschütterte), war Alexandria der größte Handelsplatz der Welt. Ueber Alexandria ging der nächste und bequemste Weg von dem Becken des Mittelmeers nach dem südöstlichen Afrika, nach Arabien und Indien. Die Lagiden haben die Straße des Weltverkehrs, welche die Natur durch die Richtung des arabischen Meerbusens gleichsam vorgezeichnet||), mit beispiellosem Erfolge benutzt: eine Straße, die ihr Recht in vollem Maaße erst dann wird wieder gelten lassen, wenn die Verwilderung des morgenländischen Lebens und die störende Eifersucht der abendländischen Mächte gleichzeitig abnehmen. Selbst als Aegypten eine römische Provinz wurde, blieb es der Sitz eines unermeßlichen Reichthums, da der wachsende Luxus von Rom unter den Cäsaren auf das Nilland zurückwirkte und die Mittel seiner Befriedigung hauptsächlich in dem Weltverkehr von Alexandria fand.

---

*) S. oben Kosmos Buch II. S. 252.

†) Vergl. meine geographischen Untersuchungen in der Asie centrale T. I. p. 145 und 151—157, T. II. p. 179.

‡) Plin. VI, 26?

||) Droysen, Gesch. des hellenistischen Staatensystems S. 749.

Die wichtige Erweiterung der Natur- und Länderkenntniß unter den Lagiden war gegründet auf den Caravanenhandel in dem Inneren von Afrika über Cyrene und die Oasen, auf die Eroberungen in Aethiopien und dem glücklichen Arabien unter Ptolemäus Evergetes, auf den Seehandel mit der ganzen westlichen Halbinsel Indiens vom Meerbusen von Barygaza (Guzerat und Cambay) an längs den Küsten von Canara und Malabar (Malayavara, Gebiet von Malaya) bis zu den brahmanischen Heiligthümern des Vorgebirges Comorin (Kumeri) *) und der großen Insel Ceylon (Lanka im Ramayana; Taprobane, ein von den Zeitgenossen Alexanders verstümmelter †) einheimischer Name). Schon Nearchs mühevolle, fünf Monat dauernde Beschiffung der Küsten von Gedrosien und Caramanien (zwischen Pattala an der Mündung des Indus und dem Ausfluß des Euphrat) hatte wesentlich zu den Fortschritten der Nautik beigetragen.

Die Kenntniß der Monsun-Winde, welche die Schifffahrt zwischen der Ostküste von Afrika und der Nord- und Westküste von Indien so wirksam begünstigen, fehlte Alexanders Gefährten nicht. Nachdem, um den Indus dem Weltverkehr zu eröffnen, der Macedonier in einer zehn Monat langen Fahrt den Fluß zwischen Nicäa am Hydaspes und Pattala untersucht hatte, eilte Nearch im Anfang des October (Ol. 113,3) von der Mündung des Indus bei Stura abzusegeln, weil er wußte, daß seine Seefahrt bis zum persischen Meerbusen von dem Nordost- und Ost-Monsun, längs der in einem Parallelkreise laufenden Küste, begünstigt werden würde. Die Ergründung eines so merkwürdigen localen Gesetzes der Windrichtung gab den Piloten später den Muth von Ocelis an der Straße Bab-el-Mandeb geradezu durch das hohe Meer nach dem großen malabarischen Stapelplatze Muziris (südlich von Mangalor) zu schiffen, wo durch inneren Verkehr auch die Waaren der östlichen Küste der indischen Halbinsel, ja selbst das Gold der fernen Chryse (Borneo?) zusammenflossen. Die Ehre, dies neue System der indischen Schifffahrt zuerst in Anwendung gebracht zu haben, wird einem übrigens unbekannten Seemanne Hippalus zugeschrieben, dessen Zeitalter ‡) zweifelhaft ist.

In die Geschichte der Weltanschauung gehört die Aufzählung aller Mittel, durch welche die Völker sich genähert, große Theile des Erdkreises zugänglicher geworden, die Erkenntniß-Sphären der Menschheit erweitert worden sind. Unter diesen Mitteln ist eines der großartigsten gewesen die materielle Eröffnung einer Wasserstraße vom rothen zum mittelländischen Meere vermittelst des Nils. Wo zwei kaum zusammenhangende Continental-Massen die tiefsten maritimen Einschnitte darbieten, hatte, wenn auch nicht der große Sesostris (Ramses-Miamen), welchem Aristoteles und Strabo es zuschreiben, doch Necho (Neku) die Ausgrabung eines Canals begonnen, aber, durch priesterliche Orakelsprüche geschreckt, wiederum aufgegeben. Herodot sah und beschrieb einen vollendeten, der etwas oberhalb Bubastus in den Nil einmündete, ein Werk des Achämeniden Darius Hystaspis. Wieder in Verfall gerathen, ward endlich dieser Canal von Ptolemäus Philadelphus so vollkommen hergestellt, daß er, wenn auch nicht, trotz seiner künstlichen Schleuseneinrichtung, zu jeder Jahreszeit schiffbar, doch bis zu der Römer Herrschaft, bis Marc-Aurel, vielleicht bis Septimius Severus, also über vier und ein halbes Jahrhundert, den äthiopischen, arabischen und indischen Handel belebte. Zu denselben Zwecken des Völkerverkehrs durch das

---

*) Vergl. Lassen, indische Alterthumskunde Bd. I. S. 107, 153 und 158.

†) „Verstümmelt aus Tâmbapannî. Diese Paliform lautet im Sanskrit Tâmraparnî; die griechische Form Taprobane giebt halb die sanskritische (Tâmbra, Tapro), halb die Paliform wieder." Lassen a. a. O. S. 201; vergl. Lassen, Diss. de Taprobane insula p. 19.) Auch die Lakediven (lakke statt lakscha und dive statt dwipa, einhundert tausend Inseln) waren, wie die Malediven (Malayadiba, d. i. Inseln von Malabar) den alexandrinischen Seeleuten bekannt.

‡) Hippalus soll erst unter Claudius gelebt haben; aber die Angabe ist unwahrscheinlich, wenn auch unter den ersten Lagiden ein großer Theil der indischen Erzeugnisse nur auf arabischen Märkten gekauft wurden. Uebrigens wurde der Südwest-Monsun selbst Hippalus genannt, wie auch ein Theil des erythräischen oder indischen Oceans das Meer des Hippalus hieß; Letronne im Journal des Savans 1818 p. 405, Reinaud, Relation des Voyages dans l'Inde T. I. p. XXX.

rothe Meer wurde der Hafenbau in Myos Hormos und Berenice sorgsam betrieben und durch eine herrliche Kunststraße mit Coptos in Verbindung gesetzt *).

Allen diesen Anstalten und Unternehmungen der Lagiden, den mercantilen wie den wissenschaftlichen, lag ein unaufhaltsames Streben nach dem Ganzen und Fernen, die Idee des Anknüpfens und der vermittelnden Einigung, des Umfassens großer Massen von Verhältnissen und Anschauungen zum Grunde. Eine so fruchtbringende Richtung der hellenischen Gedankenwelt, lange im Stillen vorbereitet, war durch Alexanders Heerzüge, durch seinen Versuch, den Westen mit dem Osten zu verschmelzen, zu einer großartigen Manifestation gelangt. Sie charakterisirt in ihrer Erweiterung unter den Lagiden die Epoche, deren Bild ich hier entwerfe; sie darf als ein wichtiger Fortschritt zur Erkenntniß eines Weltganzen betrachtet werden.

In so fern nun zu dieser wachsenden Erkenntniß Reichthum und Fülle der Anschauungen erforderlich sind, konnte der Verkehr Aegyptens mit fernen Ländern, konnten wissenschaftliche Untersuchungsreisen in Aethiopien auf Kosten der Regierung †), ferne Strauß- und Elephantenjagden ‡), Menagerien wilder und seltener Thiere in den „Königshäusern vom Bruchium" anregend zum Studium der Naturgeschichte ||) wirken und den Anforderungen des empirischen Wissens genügen; aber der eigenthümliche Charakter der ptolemäischen Epoche wie der ganzen alexandrinischen Schule, die ihre besondere Richtung bis in das dritte und vierte Jahrhundert behielt, offenbarte sich auf einem anderen Wege, minder im Selbstbeobachten des Einzelnen als in dem mühevollen Zusammenfassen des Vorhandenen, in der Anordnung, Vergleichung und geistigen Befruchtung des längst Gesammelten. Nachdem, so viele Jahrhunderte hindurch, bis zum mächtigen Auftreten des Aristoteles, die Naturerscheinungen, jeder scharfen Beobachtung entzogen, in ihrer Deutung der alleinigen Herrschaft der Ideen, ja der Willkühr dumpfer Ahndungen und wandelbarer Hypothesen anheim gefallen waren, offenbarte sich jetzt eine höhere Achtung für das empirische Wissen. Man untersuchte und sichtete, was man besaß. Die Naturphilosophie, minder kühn in ihren Speculationen und phantastischen Gebilden, trat endlich der forschenden Empirie näher auf dem sicheren Wege der Induction. Ein mühevolles Streben nach Anhäufung des Stoffes hatte eine gewisse Polymathie nothwendig gemacht; und wenn auch das vielseitige Wissen in den Arbeiten ausgezeichneter Denker wohlthätige Früchte darbot, so zeigte sich dasselbe doch, bei der hingesunkenen Schöpfungskraft der Hellenen, nur zu oft von Geistlosigkeit und nüchterner Erudition begleitet. Auch haben Mangel an Pflege der Form wie an Lebendigkeit und Anmuth der Diction dazu beigetragen, die alexandrinische Gelehrsamkeit strengen Urtheilen der Nachwelt auszusetzen.

Es ist diesen Blättern vorbehalten hauptsächlich das hervorzuheben, was die Epoche der Ptolemäer durch das Zusammenwirken äußerer Verhältnisse, durch Stiftung und plan-

*) S. die Untersuchungen von Letronne über den Canalbau zwischen dem Nil und dem rothen Meere von Neku bis zum Chalifen Omar, durch einen Zeitraum von mehr als 1300 Jahren, in der Revue des deux Mondes T. XXVII. 1841 p. 215–235. Vergl. auch Letronne de la civilisation égyptienne depuis Psammitichus jusqu'à la conquête d'Alexandre 1845 p. 16—19.

†) Meteorologische Speculationen über die fernen Ursachen des Anschwellens des Nils veranlaßten einen Theil dieser Reisen, weil Philadelphus, wie Strabo sich ausdruckt (lib. XVII p. 789 und 790), „wegen Wißbegier und Körperschwäche immer neue Zerstreuungen und Ergötzlichkeiten suchte."

‡) Zwei Jägerinschriften, „von denen die eine vorzugsweise an die Elephantenjagden des Ptolemäus Philadelphus einnert," hat Lepsius auf seiner ägyptischen Reise an den Colossen von Abusimbel (Ibsambul) gefunden und copirt. (Vergl. über diesen Gegenstand Strabo lib. XVI p. 769 und 770; Aelian, de nat. anim. III, 34 und XVII, 3; Athenäus V p. 196.) Wenn gleich indisches Elfenbein nach dem Periplus maris Erythraei ein Ausfuhr-Artikel von Barygaza war, so wurde doch nach dem Berichte des Cosmas Elfenbein auch aus Aethiopien nach der westlichen Halbinsel von Indien exportirt. Die Elephanten haben sich seit dem Alterthume, auch im östlichen Afrika, mehr nach Süden zurückgezogen. Nach dem Zeugnisse des Polybius (V, 84) trieb da, wo in der Schlacht afrikanische und indische Elephanten einander gegenüberstanden, der Anblick, der Geruch und das Geschrei der größeren und stärkeren indischen Elephanten die afrikanischen in die Flucht. Der letzteren sind wohl nie als Kriegselephanten so viele aufgestellt worden, als in den asiatischen Feldzügen, wo Kandragupta 9000, der mächtige König der Prasier 6000, ja selbst Akbar noch eben so viel versammelt hielten (Lassen, ind. Alterthumskunde Bd. I. S. 305—307).

||) Athen. XIV p. 654; vergl. Parthey, das Alexandrinische Museum, eine Preisschrift, S. 55 und 171.

mäßige Ausstattung zweier großer Anstalten (des alexandrinischen Museums und zweier Büchersammlungen im Bruchium *) und in Rhakotis), durch die collegialische Annäherung so vieler Gelehrten, die ein praktischer Sinn belebte, geleistet hat. Das encyclopädische Wissen erleichterte die Vergleichung des Beobachteten, die Verallgemeinerung von Naturansichten. Das große wissenschaftliche Institut, welches den ersten beiden Lagiden seinen Ursprung verdankte, hat unter vielen Vorzügen lange auch den behauptet, daß seine Mitglieder frei nach ganz verschiedenen Richtungen †) arbeiteten und dabei doch, in einem fremden Lande angesiedelt und von vielerlei Volksstämmen umgeben, das Charakteristische hellenischer Sinnesart, hellenischen Scharfsinnes bewahrten.

Wenige Beispiele mögen, nach dem Geiste und der Form dieser historischen Darstellung, genügen, um zu beweisen, wie in der Erd- und Himmelskunde unter dem schützenden Einfluß der Ptolemäer Erfahrung und Beobachtung sich als die wahren Quellen der Erkenntniß Geltung verschafften, wie in der Richtung des alexandrinischen Zeitalters neben dem stoffanhäufenden Sammelfleiße doch immer eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten sich offenbarte. Hatten auch die verschiedenen griechischen Philosophenschulen, nach Nieder-Aegypten verpflanzt, in ihrer orientalischen Ausartung, zu vielen mythischen Deutungen über die Natur der Dinge Anlaß gegeben, so blieb doch im Museum den platonischen Lehren ‡) als sicherste Stütze das mathematische Wissen. Die Fortschritte dieses Wissens umfaßten fast gleichzeitig reine Mathematik, Mechanic und Astronomie. In Plato's hoher Achtung für mathematische Gedankenentwickelung wie in den alle Organismen umfassenden morphologischen Ansichten des Stagiriten lagen gleichsam die Keime aller späteren Fortschritte der Naturwissenschaft. Sie wurden der Leitstern, welcher den menschlichen Geist durch die Verirrungen der Schwärmerei finsterer Jahrhunderte sicher hindurchgeleitet, sie haben die gesunde wissenschaftliche Geisteskraft nicht ersterben lassen.

Der Mathematiker und Astronom Eratosthenes von Cyrene, der berühmteste in der Reihe der alexandrinischen Bibliothekare, benutzte die Schätze, welche ihm geöffnet standen, um sie zu einer systematischen Universal-Geographie zu verarbeiten. Er reinigte die Erdbeschreibung von den mythischen Sagen. Selbst mit Chronologie und Geschichte beschäftigt, trennte er doch die Erdbeschreibung von den geschichtlichen Einmischungen, welche dieselbe früher nicht ohne Anmuth belebten. Einen befriedigenden Ersatz lieferten mathematische Betrachtungen über die gegliederte Form und Ausdehnung der Continente, geognostische Vermuthungen über den Zusammenhang der Bergketten, die Wirkung der Strömungen und die vormalige Wasserbedeckung von Ländern, welche jetzt noch alle Spuren des trockenen Meeresbodens an sich tragen. Der oceanischen Schleusen-Theorie des Strato von Lampsacus günstig, leitete der Glaube an das einstige Anschwellen des Pontus, an den Durchbruch der Dardanellen und die dadurch veranlaßte Eröffnung der Hercules-Säulen den alexandrinischen Bibliothekar auf die wichtige Untersuchung des Problems von der Gleichheit des Niveau's aller äußeren, die Continente umfließenden Meere ||). Wie glücklich er in Verallgemeinerung der Ansichten war,

*) Die Bibliothek im Bruchium war die ältere, welche bei dem Brande der Flotte unter Julius Cäsar zerstört wurde. Die Bibliothek in Rhakotis machte einen Theil des Serapeums aus, wo sie mit dem Museum verbunden war. Die Büchersammlung von Pergamus wurde durch die Freigebigkeit des Antonius der Bibliothek in Rhakotis einverleibt.

†) Vacherot, Histoire critique de l'Ecole d'Alexandrie 1846 T. I. p. V und 103. Daß das Institut von Alexandria, wie alle akademischen Corporationen, neben dem Vortrefflichen, was aus dem Zusammenwirken der Kräfte und der Anschaffung materieller Hülfsmittel entsteht, auch einschränkend und beherrschend wirkte, wurde schon im Alterthume mannigfaltig bezeugt. Ehe noch die einst so glänzende Stadt der traurige Sitz christlich-theologischer Streitigkeiten wurde, bestellte Hadrian seinen Lehrer Vestinus zum Hohenpriester von Alexandria (zu einer Art von Cultusminister) und zugleich zum Vorsteher des Museums (zum Präsidenten der Akademie). Letronne, Recherches pour servir à l'histoire de l'Égypte pendant la domination des Grecs et des Romains 1823 p. 251.

‡) Fries, Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 5 und dessen Lehrbuch der Naturlehre Th. I. S. 42. Vergl. auch die Betrachtungen über den Einfluß, welchen Plato auf die Begründung der Erfahrungswissenschaften durch Anwendung der Mathematik ausgeübt hat, in Brandis Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. I. S. 276.

||) Ueber die physischen und geognostischen Meinungen des Eratosthenes s. Strabo lib. I. p. 49—56, lib. II p. 108.

bezeugt ferner seine Behauptung, daß der ganze Continent von Asien in dem Parallel von Rhodus (in dem Diaphragma des Dicäarchus) von einer zusammenhangenden west-östlich streichenden Bergkette durchschnitten sei *).

Ein reger Wunsch nach Allgemeinheit der Ansichten, Folge der geistigen Bewegung jener Zeit, veranlaßte auch die erste (hellenische) Gradmessung zwischen Syene und Alexandrien, d. i. den Versuch des Eratosthenes, den Umfang der Erde annäherungsweise zu bestimmen. Es ist nicht das erlangte Resultat, auf unvollkommene Angaben von Bematisten gegründet, welches unser Interesse erregt; es ist das Streben, sich von dem engen Raume des heimathlichen Landes zu der Kenntniß der Größe des Erdballs zu erheben.

Ein ähnliches Streben nach Verallgemeinerung der Ansichten bezeichnet in dem Zeitalter der Ptolemäer die glänzenden Fortschritte einer wissenschaftlichen Kenntniß der Himmelsräume. Ich erinnere hier an die Bestimmung der Fixsternörter der frühesten alexandrinischen Astronomen Aristyllus und Timochares; an Aristarch von Samos, den Zeitgenossen des Kleanthes, welcher, mit alt-pythagoreischen Ansichten vertraut, die räumliche Construction des ganzen Weltgebäudes zu ergründen wagte, den unermeßlichen Abstand des Fixsternhimmels von unserem kleinen Planetensysteme zuerst erkannte, ja, die zwiefache Bewegung der Erde um ihre Achse und fortschreitend um die Centralsonne muthmaßte; an den Seleucus aus Erythrä (oder aus Babylon †), der ein Jahrhundert später die, noch wenig Anklang findende (kopernicanische) Meinung des Samiers zu begründen suchte; an Hipparch, den Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie, den größten selbstbeobachtenden Astronomen des ganzen Alterthums. Hipparch war unter den Griechen der eigentliche Urheber astronomischer Tafeln ‡), der Entdecker des Vorrückens der Nachtgleichen. Seine eigenen Fixsternbeobachtungen (zu Rhodus, nicht zu Alexandria, angestellt), als er sie mit denen des Timochares und Aristyllus verglichen, leiteten ihn (wahrscheinlich ohne ||) das Auflodern eines neuen Sternes) zu dieser großen Entdeckung, auf welche eine langfortgesetzte Beobachtung des Frühaufgangs des Sirius die Aegypter allerdings sollte geführt haben können ¶).

Ein eigenthümlicher Charakterzug der Hipparchischen Bestrebungen ist noch der gewesen, Erscheinungen in den Himmelsräumen zu geographischen Ortsbestimmungen zu benutzen. Eine solche Verbindung der Erd- und Himmelskunde, der Reflex der einen auf die andere, belebte wie durch einigende Vermittelung die große Idee des Kosmos. Die Construction einer neuen Weltkarte des Hipparchus, auf die des Eratosthenes gegründet, beruht, wo die Anwendung astronomischer Beobachtungen möglich war, auf Mondfinsternissen und Schattenmessungen für die geographischen Längen und Breiten. Die hydraulische Uhr des Ktesibius, eine Vervollkommnung der früheren Klepsydren, konnte genauere Zeitmessungen verschaffen, während für Bestimmungen im Raume vom alten Gnomen und den Skaphen an bis zu der Erfindung von Astrolabien, von Solstitial-Armillen und Diopter-Linealen den alexandrinischen Astronomen allmälig bessere Winkelmesser dargeboten wur-

---

*) Strabo lib. XI p. 519. Agathem. in Hudson, Geogr. graeci min. Vol. II. p. 4. Ueber die Richtigkeit der großartigen orographischen Ansichten des Eratosthenes s. meine Asie centrale T. I. p. 104—150, 198, 208—227, 413—415, T. II. p. 367 und 414—435, und Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 152—154. Ich habe die Gradmessung des Eratosthenes mit Vorsicht die erste hellenische genannt, da eine uralte chaldäische Bestimmung der Größe des Grades nach Kameelschritten nicht unwahrscheinlich ist. S. Chasles, Recherches sur l'Astronomie indienne et chaldéenne in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 851.

†) Mir scheint die letztere Benennung die richtigere, da [illegible] lib. XVI p. 739 einen „Seleucus von S[illegible] mehreren sehr ehrenwerthen Männern a[illegible]en Chaldäer" aufführt. Hier [illegible]ia am Tigris gemeint, eine blühende Handelsstadt. Sonderbar ist es freilich, daß derselbe Strabo einen Seleucus als genauen Beobachter der Ebbe und Fluth ebenfalls einen Babylonier (lib. I p. 6) und später wieder (lib. III p. 174), vielleicht aus Nachlässigkeit, einen Erythräer nennt. (Vergl. Stobäus, Ecl. phys. p. 440.)

‡) Ideler, Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 212 und 329.

||) Delambre, Histoire de l'Astronomie ancienne T. I. p. 290.

¶) Böckh hat in seinem Philolaos S. 118 untersucht, ob die Pythagoreer schon früh aus ägyptischen Quellen die Präcession unter der Benennung: Bewegung des Fixsternhimmels gekannt haben. Letronne (Observations sur les représentations zodiacales qui nous restent de l'Antiquité 1824 p. 62) und Ideler (Handbuch der Chronol. Bd. I. S. 192) vindiciren aber diese [illegible] dem Hipparch.

den. So gelangte stufenweise der Mensch wie durch **neue Organe** zu einer genaueren Kenntniß der Bewegungen im Planetensysteme. Nur die Kenntniß von der absoluten Größe, Gestaltung, Masse und physischen Beschaffenheit der Weltkörper machte Jahrtausende lang keine Fortschritte.

Nicht allein mehrere selbstbeobachtende Astronomen des alexandrinischen Museums waren ausgezeichnete Geometer, das Zeitalter der Ptolemäer war überhaupt die glänzendste Epoche der Bearbeitung des mathematischen Wissens. Es erscheinen in demselben Jahrhundert Euclides, der Schöpfer der Mathematik als Wissenschaft, Apollonius von Perga und Archimedes, der Aegypten besuchte und durch Conon mit der alexandrinischen Schule zusammenhing. Der lange Weg, welcher von der sogenannten **geometrischen Analysis** des Plato und den Menächmeischen Dreigestalten*) bis zu dem Zeitalter von Kepler und Tycho, Euler und Clairaut, d'Alembert und Laplace führt, bezeichnet eine Reihe mathematischer Entdeckungen, ohne welche die Gesetze der Bewegung der Weltkörper und ihre gegenseitigen Verhältnisse in den Himmelsräumen dem Menschengeschlechte nicht offenbart worden wären. Wie das Fernrohr, ein **sinnliches** näherndes, raumdurchdringendes Hülfsmittel, hat die Mathematik durch **Ideenverknüpfung** in jene fernen Himmelsregionen geführt, von einem Theil derselben sicheren Besitz genommen; ja bei Anwendung aller Elemente, die der Standpunkt der heutigen Astronomie gestattet, hat in unseren für Erweiterung des Wissens glücklichen Tagen das geistige Auge einen Weltkörper†) gesehen, ihm seinen Himmelsort, seine Bahn und seine Masse angewiesen, ehe noch ein Fernrohr auf ihn gerichtet war!

IV.

Römische Weltherrschaft. — Einfluß eines großen Staatsverbandes auf die kosmischen Ansichten. — Fortschritte der Erdkunde durch Landhandel. — Strabo und Ptolemäus. — Anfänge der mathematischen Optik und des chemischen Wissens. — Versuch einer physischen Weltbeschreibung durch Plinius. — Die Entstehung des Christenthums erzeugt und begünstigt das Gefühl von der Einheit des Menschengeschlechts.

Wenn man die geistigen Fortschritte der Menschheit und die allmälige Erweiterung **kosmischer** Ansichten verfolgt, so tritt die Periode der **römischen Weltherrschaft** als einer der wichtigsten Zeitpunkte hervor. Alle die fruchtbaren Erdstriche, welche das Becken des Mittelmeers umgeben, finden wir nun zum ersten Male in einem engen Staatsverbande vereinigt. Große Ländermassen haben sich ihm besonders im Osten angeschlossen.

Es ist hier der Ort auf's neue daran zu erinnern‡), wie das Bild, das ich mich bestrebe als **Geschichte der Weltanschauung** in allgemeinen Zügen zu entwerfen, eben durch das Auftreten eines solchen Staatsverbandes eine objective Einheit der Darstellung empfängt. Unsere Civilisation, d. i. die geistige Entwickelung aller Völker des ganzen europäischen Continents, kann man als gewurzelt betrachten in der der Anwohner des mittelländischen Meerbeckens, und zunächst in der Civilisation der Griechen und Römer. Was wir vielleicht nur zu ausschließlich **classische Literatur** nennen, erhielt diese Bezeichnung durch die Kenntniß von dem Ursprunge unseres frühesten Wissens, von der ersten Anregung zu solchen Ideenkreisen und Gefühlen, die mit der Vermenschlichung und Geisteserhebung eines Volksstammes||) am innigsten verwandt sind. Es wird in dieser Betrachtungsweise keinesweges für unwichtig erklärt, was dem großen Strome griechischer und römischer Cultur auf mannigfaltigen, noch nicht genugsam ergründeten Wanderungswegen

---

[illegible] Ideler über **Eudoxus** S. 23.

[illegible] Le Verrier entdeckte Planet.

[illegible] **Kosmos** Buch II. S. 244, 246,

||) Wilhelm v. **Humboldt** über die Kawi-Sprache Bd. I. S. XXXVII.

aus dem Nilthale und aus Phönicien, vom Euphrat her oder aus Indien zugeführt worden ist; aber auch diese fremdartigen Elemente verdanken wir zuerst dem Griechenthume und den von Etruskern und Griechen umgebenen Römern. Wie spät erst haben die großen Denkmäler älterer Culturvölker unmittelbar durchforscht, gedeutet, nach ihrem relativen Alter geordnet werden können! wie spät sind Hieroglyphen und Keilschriften gelesen worden, vor denen Jahrtausende lang Heerschaaren und Caravanen vorbeigezogen waren, ohne etwas von ihrem Inhalte zu ahnden!

Das Becken des Mittelmeeres ist allerdings in seinen beiden vielgegliederten, nördlichen Halbinseln der Ausgangspunkt rationeller und politischer Bildung für diejenigen Nationen gewesen, welche jetzt den, wir hoffen, unvergänglichen, täglich sich mehrenden Schatz wissenschaftlicher Kenntnisse und schöpferischer Kunstthätigkeiten besitzen, welche Gesittung und mit ihr erst Knechtschaft und dann unwillkührlich Freiheit über eine andere Erdhälfte verbreiten; aber es bleiben doch auch in unserer Erdhälfte, wie durch die Gunst des Schicksals, wieder Einheit und Mannigfaltigkeit anmuthig mit einander gepaart. Die Elemente, die aufgenommen wurden, waren so verschieden als ihre Aneignung und Transformation nach den grell contrastirenden Eigenthümlichkeiten und den individuellen Gemüthsrichtungen der einzelnen Völkerracen von Europa. Selbst jenseits des Oceans bewahren Colonien und Ansiedelungen, die mächtige freie Staaten geworden sind oder hoffentlich einst sich organisch dazu ausbilden werden, den Reflex dieser Contraste.

Der rämische Staat in der Form einer Monarchie unter den Cäsaren ist, nach seinem Flächeninhalte*) betrachtet, an absoluter Größe allerdings von der chinesischen Weltherrschaft unter der Dynastie der Thsin und der östlichen Han (30 Jahre vor bis 116 Jahre nach unserer Zeitrechnung), von der Weltherrschaft der Mongolen unter Dschingischan und dem jetzigen Areal des russischen europäisch-asiatischen Kaiserreichs übertroffen worden; aber, die einzige spanische Monarchie, so lange sie über den Neuen Continent ausgebreitet war, ausgenommen, ist nie eine größere Masse durch Klima, Fruchtbarkeit und Weltstellung begünstigter Erdstriche unter einem Scepter verbunden gewesen denn in dem römischen Reiche von Octavian bis Constantin.

Von dem westlichen Ende Europas bis zum Euphrat, von Britannien und einem Theile Caledoniens bis Gätulien und zur Grenze des wüsten Libyens bot sich nicht bloß die größte Mannigfaltigkeit von Bodengestaltung, organischen Erzeugnissen und physischen Erscheinungen dar; auch das Menschengeschlecht zeigte sich dort in allen Abstufungen seiner Cultur und Verwilderung, im Besitze alten Wissens und lang geübter Künste, wie im ersten Dämmerlichte des intellectuellen Erwachens. Ferne Expeditionen in Norden und Süden nach den Bernsteinküsten, und unter Aelius Gallius und Balbus nach Arabien und zu den Garamanten wurden mit ungleichem Glücke ausgeführt. Vermessungen des ganzen Reichs wurden durch griechische Geometer (Zenodorus und Polycletus) schon unter Augustus begonnen, auch Itinerarien und Special-Topographien angefertigt (was freilich im chinesischen Reiche viele Jahrhunderte früher geschah), um sie unter die einzelnen Statthalter der Provinzen zu vertheilen†). Es waren die ersten statistischen Arbeiten, welche Europa aufzuweisen hat. Römerstraßen, in Milien getheilt, durchschnitten viele ausgedehnte Präfecturen; ja Hadrian besuchte, doch nicht ohne Unterbrechung, in einer eilfjährigen Reise sein Weltreich von der iberischen Halbinsel an bis Judäa, Aegypten nnd Mauretanien. So war ein großer der römischen Herrschaft unterworfener Theil der Welt aufgeschlossen und wegsam gemacht: pervius orbis, wie mit minderem Rechte von dem ganzen Erdkreise der Chor‡) in der Medea des Seneca weissagt.

---

*) Der Flächeninhalt des römischen Reichs unter August ist nach der Umgrenzung, welche Heeren in seiner Geschichte der Staaten des Alterthums S. 403—470 annimmt, von Professor Berghaus, dem Verfasser des vortrefflichen Physikalischen Atlasses, zu etwas mehr als 100000 geographischen Quadratmeilen berechnet worden: ohngefähr ⅟ mehr als die Zahl (1600000 square miles), die Gibbon in der History of the decline of the Roman Empire Vol. I. chapt. 1 p. 39, aber freilich selbst als überaus zweifelhaft, angiebt.

†) Veget. de re mil. III, 6.

‡) Act. II v. 371, in der vielberufenen Weissagung,

Bei dem Genusse eines langen Friedens hätte man vielleicht erwarten sollen, daß die Vereinigung so ausgedehnter, unter den verschiedenartigsten Klimaten gelegener Länder zu einer Monarchie, daß die Leichtigkeit, mit der Staatsbeamte mit einem zahlreichen Gefolge vielseitig gebildeter Männer die Provinzen durchreisten, nicht bloß der Erdbeschreibung, sondern der gesammten Naturkunde und den höheren Ansichten über den Zusammenhang der Erscheinungen auf eine außerordentliche Weise förderlich gewesen sein würde; aber so hochgespannte Erwartungen sind nicht in Erfüllung gegangen. In dieser langen Periode der ungetheilten römischen Weltherrschaft, in fast vier Jahrhunderten, erhoben sich als Beobachter der Natur nur Dioscorides der Cilicier und Galenus von Pergamus. Der erstere, die Zahl der beschriebenen Pflanzenarten ansehnlich vermehrend, steht tief unter dem philosophisch combinirenden Theophrast: während durch Feinheit der Zergliederung und den Umfang physiologischer Entdeckungen Galenus, welcher seine Beobachtungen auf mehrere Thiergattungen ausgedehnt, „sehr nahe neben Aristoteles und meist über ihn gestellt werden kann." Dieses Urtheil hat Cuvier*) gefällt.

Neben Dioscorides und Galenus glänzt nur noch ein dritter großer Name, der des Ptolemäus. Wir nennen ihn hier nicht als astronomischen Systematiker oder als Geographen, sondern als experimentirenden, die Strahlenbrechung messenden Physiker, als ersten Gründer eines wichtigen Theils der Optik. Seine ganze unbezweifelbaren Rechte sind erst spät erkannt worden†). So wichtig auch die Fortschritte in der Sphäre des organischen Lebens und in den allgemeinen Ansichten der vergleichenden Zootomie waren, so müssen doch hier in einer Periode, welche der der Araber um ein halbes Jahrtausend vorhergeht, physische Experimente über den Gang der Lichtstrahlen unsere Aufmerksamkeit besonders fesseln. Es ist wie der erste Schritt in einer neugeöffneten Laufbahn, in dem Streben nach einer mathematischen Physik.

Die ausgezeichneten Männer, welche wir so eben genannt als wissenschaftlichen Glanz über die Kaiserzeit verbreitend (der tiefsinnige, aber noch symbollose, arithmetische Algebrist Diophantus‡) gehört einer späteren Zeit an), sind alle griechischen Stammes. Bei dem Zwiespalt der Bildung, den die römische Weltherrschaft darbietet, blieb dem älteren, glücklicher organisirten Culturvolke, den Hellenen, die Palme; aber es zerstreuten sich nach dem allmäligen Untergange der ägyptisch-alexandrinischen Schule die geschwächten Lichtpunkte des Wissens und des rationellen Forschens: sie erscheinen erst später wieder in Griechenland und Kleinasien. Wie in allen unumschränkten Monarchien, welche bei einem ungeheuren Umfange aus den heterogensten Elementen zusammengesetzt sind, war das Streben der Regierung hauptsächlich darauf gerichtet durch militärischen Zwang und durch die innere Rivalität einer vielfach getheilten Administration die drohende Zerstückelung des Länderverbandes abzuwenden, durch Wechsel von Strenge und Milde den Familienzwist im Hause der Cäsaren zu verdecken, unter edeln Herrschern den Völkern die Ruhe zu geben, welche der ungehinderte, still ertragene Despotismus periodenweise gewähren kann.

Das Erringen der römischen Weltherrschaft ist allerdings ein Werk gewesen der Größe des römischen Charakters, einer lang bewährten Sittenstrenge, einer ausschließlichen, mit

---

welche schon seit Columbus dem Sohne auf die Entdeckung von Amerika gedeutet wurde.

*) Cuvier, Hist. des Sciences naturelles T. I. p. 312—328.

†) Liber Ptholemei de opticis sive aspectibus, das seltene Manuscript der königlichen Pariser Bibliothek No. 7310, welches ich bei Gelegenheit der Auffindung einer denkwürdigen Stelle über die Strahlenbrechung im Sextus Empiricus (adversus Astrologos lib. V p. 351 Fabr.) untersucht habe. Die Auszüge, die ich aus dem Pariser Manuscripte 1811, also vor Delambre und Venturi, gegeben, stehen in der Einleitung meines Recueil d'Observations astronomiques T. I. p. LXV—LXX. Das griechische Original ist uns nicht erhalten, sondern nur eine lateinische Uebersetzung zweier arabischen Manuscripte der Optik des Ptolemäus. Der lateinische Uebersetzer nennt sich Amiracus Eugenius, Siculus. Vergl. Venturi, Comment. sopra la storia e le teorie dell' Ottica (Bologna 1814) p. 227; Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne (1817) T. I. p. LI und T. II. p. 410—432.

‡) Letronne beweist aus der Begebenheit des fanatisch-christlichen Mordes der Tochter des Theon von Alexandrien, daß das so viel bestrittene Zeitalter des Diophantus doch nicht nach dem Jahre 389 fallen kann (Sur l'origine grecque des Zodiaques prétendus égyptiens 1837 p. 26).

hohem Selbstgefühl gepaarten Vaterlandsliebe. Nachdem aber die Weltherrschaft errungen war, fanden sich nach dem unvermeidlichen Einflusse der hervorgerufenen Verhältnisse jene herrlichen Eigenschaften allmälig geschwächt und umgewandelt. Mit dem Nationalgeiste erlosch die volksthümliche Beweglichkeit der Einzelnen. Es verschwanden Oeffentlichkeit und Bewahrung der Individualität der Menschen, die zwei Hauptstützen freier Verfassungen. Die ewige Stadt war das Centrum eines zu großen Kreises geworden. Es fehlte der Geist, der einen so vieltheiligen Staatskörper hätte dauernd beseelen können. Das Christenthum wurde Staatsreligion, als das Reich bereits tief erschüttert und die Milde der neuen Lehre durch den dogmatischen Zwist der Partheien in ihren wohlthätigen Wirkungen gestört war. Auch begann schon damals „der lästige Kampf des Wissens und des Glaubens," welcher unter mancherlei Gestaltung, der Forschung hinderlich, durch alle Jahrhunderte fortgesetzt wird.

Wenn aber auch seinem Umfange und seiner durch den Umfang bedingten Verfassung nach das römische Kaiserreich, ganz im Gegensatz des partiellen selbstständigen Lebens der kleinen hellenischen Republiken, die schaffende geistige Kraft der Menschheit nicht zu beleben und zu stärken vermochte, so bot es dagegen andere eigenthümliche Vortheile dar, die hier zu bezeichnen sind. Es entstand ein großer Reichthum von Ideen als Folge der Erfahrung und vielseitiger Beobachtung. Die Welt der Objecte wurde ansehnlich vergrößert, und so für spätere Zeiten einer denkenden Betrachtung der Naturerscheinungen vorgearbeitet. Der Völkerverkehr wurde durch die Römerherrschaft belebt, die römische Sprache verbreitet über den ganzen Occident und einen Theil des nördlichen Afrika. Im Orient blieb das Griechenthum heimisch, nachdem das bactrische Reich schon längst unter Mithridates I. (dreizehn Jahre vor dem Einfall der Sacen und Scythen) zerstört war.

Der Ausdehnung, d. h. der geographischen Verbreitung nach gewann, selbst ehe der Sitz des Reichs nach Byzanz verlegt wurde, die römische Sprache über die griechische. Dieses Eindringen zweier hochbegabter, an literarischen Denkmalen reicher Idiome wurde ein Mittel der größeren Verschmelzung und Einigung der Volksstämme, ein Mittel zugleich die Gesittung und Bildungsfähigkeit zu vermehren, „den Menschen (wie Plinius†) sagt) menschlich zu machen und ihm ein gemeinsames Vaterland zu geben." So viel Verachtung auch im ganzen der Sprache der Barbaren (der stummen, *ἄγλωσσοι* nach Pollux) zugewandt war, gab es doch einzelne Beispiele, daß in Rom, nach dem Vorbilde der Lagiden, die Uebertragung eines literarischen Werkes aus dem Punischen in das Lateinische befördert wurde. Die Schrift des Mago vom Ackerbau ist bekanntlich auf Befehl des römischen Senats übersetzt worden.

Wenn das Weltreich der Römer im Westen des alten Continents, wenigstens an der nördlichen Küste des Mittelmeeres, schon das heilige Vorgebirge, also das äußerste Ende erreicht hatte, so erstreckte es sich in Osten selbst unter Trajan, der den Tigris beschiffte, doch nur bis zum Meridian des persischen Meerbusens. Nach dieser Seite hin war in der Periode, welche wir schildern, der Fortschritt des Völkerverkehrs, des für die Erdkunde wichtigen Landhandels am größten. Nach dem Sturze des griechisch-bactrischen Reiches begünstigte dazu die aufblühende Macht der Arsaciden den Verkehr mit den Serern; doch war derselbe nur ein mittelbarer, indem der unmittelbare Contact der Römer mit Inner-Asien durch den lebhaften Zwischenhandel der Parther gestört wurde. Bewegungen, die aus dem fernsten China ausgingen, veränderten stürmisch schnell, wenn auch nicht auf eine lange Dauer, den politischen Zustand der ungeheuren Länderstrecke, die sich zwischen dem vulkanischen Himmelsgebirge (Tschian-schan) und der Kette des nördlichen Tübet (dem

---

*) Diese Wohlthat der Gesittung (der Anregung zu menschlichen Gefühlen) durch Verbreitung einer Sprache ist in dem Lobe Italiens von Plinius schön bezeichnet: omnium terrarum alumna eadem et parens, numine Deûm electa, quae sparsa congregaret imperia ritusque molliret, et tot populorum discordes ferasque linguas sermonis commercio contraheret, colloquia, et *humanitatem homini daret*, breviterque una cunctarum gentium in toto orbe patria fiered. (Plin. Hist. nat. III, 5.)

Kuen-lün) hinzieht. Eine chinesische Kriegsmacht bedrängte die Hiungnu, machte zinsbar die kleinen Reiche von Khotan und Kaschgar, und trug ihre siegreichen Waffen bis an die östliche Küste des caspischen Meeres. Das ist die große Expedition des Feldherrn Pantschab unter dem Kaiser Mingti aus der Dynastie der Han. Sie fällt in die Zeiten des Vespasian und Domitianus. Chinesische Schriftsteller schreiben sogar dem kühnen und glücklichen Feldherrn einen großartigeren Plan zu; sie behaupten, er habe das Reich der Römer (Tathsin) angreifen wollen, aber die Perser hätten ihn abgemahnt*). So entstanden Verbindungen zwischen den Küsten des stillen Meeres, dem Schensi und jenem Oxus-Gebiete, in welchem von früher Zeit her ein lebhafter Handel mit dem schwarzen Meere getrieben wurde.

Die Richtung der großen Völkerfluthen in Asien war von Osten nach Westen, in dem Neuen Continente von Norden gegen Süden. Anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung, fast zur Zeit der Zerstörung von Korinth und Carthago, gab der Anfall der Hiungnu (eines türkischen Stammes, den Deguignes und Johannes Müller mit den finnischen Hunnen verwechseln) auf die blonde und blauäugige wahrscheinlich indogermanische Race†) der Yueti (Geten?) und Usün, nahe an der chinesischen Mauer, den ersten Anstoß zu der Völkerwanderung, welche die Grenzen von Europa erst um ein halbes Jahrtausend später berührte. So hat sich langsam die Völkerwelle vom oberen Flußthal des Huangho nach Westen bis zum Don und zur Donau fortgepflanzt, und Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen haben in dem nördlichen Gebiete des alten Continents einen Theil des Menschengeschlechts mit dem anderen zuerst in feindlichen, später in commerciellen friedlichen Contact gebracht. So werden große Volksströmungen, fortschreitend wie die Strömungen des Oceans zwischen ruhenden unbewegten Massen, Begebenheiten von kosmischer Bedeutung.

Unter der Regierung des Kaisers Claudius kam die Gesandtschaft des Rachias aus Ceylon über Aegypten nach Rom. Unter dem Marcus Aurelius Antoninus (bei den Geschichtsschreibern der Dynastie der Han An-tun genannt) erschienen römische Legaten am chinesischen Hofe. Sie waren zu Wasser über Tunkin gekommen. Wir bezeichnen hier die ersten Spuren eines ausgebreiteten Verkehrs des Römerreiches mit China und Indien schon deshalb, weil höchstwahrscheinlich durch diesen Verkehr in beide Länder, ohngefähr in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung, die Kenntniß der griechischen Sphäre, des griechischen Thierkreises und der astrologischen Planetenwoche verbreitet worden ist‡). Die großen indischen Mathematiker Warahamihira, Brahmagupta und vielleicht selbst Aryabhatta sind neuer als die Periode, die wir hier schildern||); aber was früher schon auf ganz einsamen, abgesonderten Wegen in Indien entdeckt war und diesem altgebildeten Volke ursprünglich zugehört, kann auch vor Diophantus durch den unter den Lagiden und Cäsaren so ausgebreiteten Welthandel theilweise in den Occident eingedrungen sein. Es soll hier nicht unternommen werden abzusondern, was jedem Völkerstamme und jeder Zeitepoche eigenthümlich ist; es ist genug an die Wege zu erinnern, die dem Ideenverkehr geöffnet waren

---

*) Klaproth, Tableaux historiques de l'Asie 1826 p. 65—67.

†) Zu dieser blonden, blauäugigen indogermanischen, gothischen oder arischen Race des östlichsten Asiens gehören die Usün, Tingling, Hutis und großen Yueten. Die letzten werden von den chinesischen Schriftstellern ein tübetischer Nomadenstamm genannt, der schon 300 Jahre vor unserer Zeitrechnung zwischen dem oberen Lauf des Huangho und dem Schneegebirge Nanschan eingewandert war. Ich erinnere hier an diese Abkunft, da die Serer (Plin. VI, 22) ebenfalls rutilis comis et caeruleis oculis beschrieben werden (vergl. Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. III. Abth. 2. 1845 S. 275. Die Kenntniß dieser blonden Racen, welche in dem östlichsten Theil von Asien auftreten und den ersten Anstoß zur sogenannten großen Völkerwanderung gaben, haben wir den Nachforschungen von Abel-Rémusat und Klaproth zu verdanken; sie gehören zu den glänzenden geschichtlichen Entdeckungen unseres Zeitalters.

‡) Letronne in den Observations critiques et archéologiques sur les représentations zodiacales de l'Antiquité 1824 p. 99, wie auch in seiner neueren Schrift sur l'origine grecque des Zodiaques prétendus égyptiens 1837 p. 27.

||) Der gründliche Colebrooke setzt Warahamihira in das fünfte, Brahmagupta an das Ende des sechsten Jahrhunderts und Aryabhatta ziemlich unbestimmt zwischen 200 und 400 unserer Zeitrechnung. (Vergl. Holtzmann über den griechischen Ursprung des indischen Thierkreises 1841 S. 23.)

der geographischen Nomenclatur des Ptolemäus als geschichtliches Denkmal von den Handelsverbindungen zwischen dem Occident und den fernsten Regionen von Süd- und Mittel-Asien zu betrachten ist*). Für eine der wichtigsten Folgen solcher Handelsverbindungen darf auch die richtige Ansicht der völligen Abgeschlossenheit des caspischen Meeres gelten: eine Ansicht, welche die Ptolemäische Erdkunde nach fünfhundertjährigem Irrthume wiederherstellte. Herodot und Aristoteles (der letztere schrieb seine *Meteorologica* glücklicherweise vor den asiatischen Feldzügen Alexanders) hatten diese Abgeschlossenheit gekannt. Die Olbiopoliten, aus deren Munde der Vater der Geschichte seine Nachrichten schöpfte, waren vertraut mit der nördlichen Küste des caspischen Meers zwischen der Kuma, der Wolga (Rha) und dem Jaik (Ural). Nichts konnte dort bei ihnen die Idee eines Ausflusses nach dem Eismeere anregen. Ganz andere Ursachen der Täuschung boten sich dem Heere Alexanders dar, welches über Hekatompylos (Damaghan) in die feuchten Waldungen des Mazenderan herabstieg und das caspische Meer bei Zadrakarta, etwas westlich von dem jetzigen Asterabad, sich endlos gegen Norden hindehnen sah. Dieser Anblick erzeugte, wie Plutarch in dem Leben Alexanders erzählt, zuerst die Vermuthung, das gesehene Meer sei ein Busen des Pontus†). Die macedonische Expedition, im ganzen wohlthätig für die Fortschritte der Erdkunde, führte zu einzelnen Irrthümern, die sich lange erhalten haben. Der Tanais wurde mit dem Jaxartes (Herodots Araxes), der Kaukasus mit dem Paropanisus (Hindu-Kho) verwechselt. Ptolemäus konnte durch seinen Aufenthalt in Alexandrien sichere Nachrichten aus den Ländern, welche das caspische Meer zunächst umgrenzen (aus Albanien, Atropatene und Hyrcanien), wie von den Zügen der Aorser haben, deren Kameele indische und babylonische Waaren zum Don und zum schwarzen Meere führten‡). Wenn er, gegen Herodots richtigere Kenntniß, die große Axe des caspischen Binnenmeeres von Westen gegen Osten gerichtet glaubte, so verführte ihn vielleicht eine dunkle Kenntniß der ehemaligen großen Ausdehnung des scytischen Golfes (Karabogas) und der Existenz des Aral-Sees, dessen erste bestimmte Andeutung wir bei einem byzantinischen Schriftsteller, dem Menander ||), welcher den Agathias fortsetzte, finden.

Es ist zu beklagen, daß Ptolemäus, der das caspische Meer wiederum geschlossen, nachdem es durch die Hypothese von vier Meerbusen und selbst nach Reflexen in der Mondscheibe ¶) lange für geöffnet gehalten wurde, nicht die Mythe von dem unbekannten Südlande aufgegeben hat, welches das Vorgebirge Prasum mit Cattigara und Thinä, Sinarum metropolis, also Ost-Afrika mit dem Lande der Tsin (China), verbinden sollte. Diese Mythe, welche den indischen Ocean zu einem Binnenmeer macht, wurzelt in Ansichten, die von Marinus aus Tyrus zu Hipparch und Seleucus dem Babylonier, ja selbst bis zum Aristoteles hinaufsteigen **). Es muß in diesen kosmischen Schilderungen fortschreitender Weltansicht genügen durch einige wenige Beispiele daran erinnert zu haben,

*) Beispiele von Zend- und Sanskritwörtern, die uns in der Geographie des Ptolemäus erhalten sind, s. in Lassen, Diss. de Taprobano insula p. 6, 9 und 17; in Burnouf's Comment. sur le Yaçna T. I. p. XCIII—CXX und CLXXXI—CLXXXV; in meinem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 45—49. In seltenen Fällen giebt Ptolemäus den Sanskritnamen und dessen Bedeutung zugleich, wie für die Insel Java als eine Gersteninsel, Ἰαβαδίου, ὃ σημαίνει κριθῆς νῆσος. Ptol. VII, 2 (Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. 60—63). Noch heute wird nach Buschmann in den hauptsächlichsten indischen Sprachen (dem Hindustani, Bengali und Nepal, in der mahrattischen, guzeratischen und cingalesischen Sprache) wie im Persischen und Malayischen die zweizeilige Gerste, Hordeum distichon, yava, dschav oder dschau, im Orissa yaa genannt (vergl. die indischen Bibelübersetzungen in der Stelle Jo. VI, 9 und 13, und Ainslie, Materia medica of Hindoostan, Madras 1813, p. 217.)

†) S. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II. p. 147—188.

‡) Strabo lib. XI p. 506.

||) Menander de legationibus Barbarorum ad Romanos et Romanorum ad gentes, e rec. Bekkeri et Niebuhr. 1829, p. 300, 619, 623 und 628.

¶) Plutarch de facie in orbe lunae p. 921, 19 (vergl. mein Examen crit. T. I. p. 145 und 191). Die Hypothese des Agesianar, nach welcher die Mondflecken, in denen Plutarch (p. 935, 4) eine eigene Art (vulkanischer?) Lichtberge zu sehen glaubte, bloß abgespiegelte Erdländer und Erdmeere mit ihren Isthmen sind, habe ich selbst bei einigen sehr gebildeten Persern wiedergefunden. „Was man uns," sagten sie, „durch Fernröhre auf der Mondfläche zeigt, sind zurückgeworfene Bilder unseres Landes."

**) Ptolem. lib. IV. c. 9, lib. VII c. 3 und 5. Vergl. Letronne im Journal des Savans 1831 p. 476—480 und 545—555; Humboldt, Examen crit. T. I. p. 144, 161 und 329, T. II p. 370—373.

wie durch lange Schwankungen im Erkennen und Wissen das schon halb Erkannte oft wieder verdunkelt wird. Je mehr durch Erweiterung der Schifffahrt und des Landhandels man glauben durfte das Ganze der Erdgestaltung zu begreifen, desto mehr versuchte, besonders im alexandrinischen Zeitalter, unter den Lagiden und der römischen Weltherrschaft, die nie schlummernde Einbildungskraft der Hellenen in sinnreichen Combinationen alte Ahndungen mit neuem wirklichen Wissen zu verschmelzen und die kaum entworfene Erdkarte vorschnell zu vollenden.

Wir haben bereits oben beiläufig daran erinnert, wie Claudius Ptolemäus durch seine Optik, welche uns die Araber, wenn gleich sehr unvollständig, erhalten haben, der Gründer eines Theils der mathematischen Physik geworden ist: eines Theils, der freilich nach Theon von Alexandrien *) in Hinsicht auf die Strahlenbrechung schon in der Catoptrik des Archimedes berührt worden war. Es ist ein wichtiger Fortschritt, wenn physische Erscheinungen, statt bloß beobachtet und mit einander verglichen zu werden, wovon wir denkwürdige Beispiele in dem griechischen Alterthume in den inhaltreichen pseudo-aristotelischen Problemen, in dem römischen Alterthume bei Seneca vorfinden, willkührlich unter veränderten Bedingungen hervorgerufen †) und gemessen werden. Dieses Hervorrufen und Messen charakterisirt die Untersuchungen des Ptolemäus über die Brechung der Lichtstrahlen bei ihrem Durchgange durch Mittel ungleicher Dichtigkeit. Ptolemäus leitet die Strahlen von der Luft in Wasser und in Glas, wie von Wasser in Glas unter verschiedenen Einfallswinkeln. Die Resultate solcher physischen Experimente werden von ihm in Tabellen zusammengestellt. Diese Messung einer absichtlich hervorgerufenen physischen Erscheinung, eines Naturprocesses, der nicht auf Bewegung von Lichtwellen reducirt ist (Aristoteles ‡) nahm beim Lichte eine Bewegung des Mittels zwischen dem Auge und dem Gesehenen an), steht ganz isolirt in dem Zeitraume, den wir hier behandeln. Es bietet derselbe in der Erforschung der elementaren Natur nur noch einige wenige chemische Arbeiten (Experimente) des Dioscorides dar und, wie ich an einem anderen Orte entwickelt habe, die technische Kunst des Auffangens übergetriebener tropfbarer Flüssigkeiten ||) in ächten Destillir-Apparaten. Da Chemie erst dann beginnt, wenn der Mensch sich mineralische Säuren, als mächtige Mittel der Lösung und Entfesselung der Stoffe, verschaffen kann, so ist die von Alexander aus Aphrodisias unter Caracalla beschriebene Destillation des Seewassers einer großen Beachtung werth. Sie bezeichnet den Weg, auf welchem man allmälig zur Kenntniß der Heterogeneität der Stoffe, ihrer chemischen Zusammensetzung und gegenseitigen Anziehungskraft gelangt ist.

In der organischen Naturkunde ist neben dem Anatomen Marinus, dem Affenzergliederer Rufus von Ephesus, welcher Empfindungs- und Bewegungs-Nerven unterschied, und dem alle verdunkelnden Galenus von Pergamus kein anderer Name zu nennen. Die Thiergeschichte des Aelianus aus Präneste, das Fischgedicht des Ciliciers Oppianus enthalten zerstreute Notizen, nicht Thatsachen auf eigene Forschung gegründet. Es ist kaum zu begreifen, wie die Unzahl ¶) seltener Thiere, welche vier Jahrhunderte lang im römischen

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. I p. LIV, T. II p. 551. Theon erwähnt nie der Optik des Ptolemäus, ob er gleich zwei volle Jahrhundert nach ihm lebte.

†) Oft ist es in der Physik der Alten schwer zu entscheiden, ob ein Resultat Folge einer hervorgerufenen Erscheinung oder einer zufällig beobachteten ist. Wo Aristoteles (de Coelo IV, 4) von der Schwere der Luft handelt, was freilich Ideler zu läugnen scheint (Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum p. 23), sagt er bestimmt: „ein aufgeblasener Schlauch ist schwerer als ein leerer.“ Der Versuch muß mit verdichteter Luft gemacht worden sein, falls er wirklich unternommen wurde.

‡) Aristot. de anima II, 7; Biese, die Philosophie des Aristot. Bd. II. S. 147.

||) Joannis (Philoponi) Grammatici in libr. de generat. und Alexandri Aphrodis. in Meteorol. Comment. (Venet. 1527) p. 97, b. Vergl. mein Examen crit. T. II. p. 306—312.

¶) Der numidische Metellus ließ 142 Elephanten im Circus tödten. In den Spielen, welche Pompejus gab, erschienen 600 Löwen und 406 Panther. August hatte den Volksfesten 3500 reißende Thiere geopfert; und ein zärtlicher Gatte klagt, daß er den Todestag seiner Gattin nicht durch ein blutiges Gladiatorengefecht zu Verona feiern könne, „weil widrige Winde die in Afrika gekauften Panther im Hafen zurückhalten!“ (Plin. Epist. VI, 34.)

Circus gemordet wurden (Elephanten, Rhinoceros, Nilpferde, Elenthiere, Löwen, Tiger, Panther, Crocodile und Strauße), für die vergleichende Anatomie so völlig unbenutzt blieben. Des Verdienstes des Dioscorides um die gesammte Pflanzenkunde ist schon oben gedacht worden; er hat einen mächtigen, langdauernden Einfluß auf die Botanik und pharmaceutische Chemie der Araber ausgeübt. Der botanische Garten des über hundert Jahre erreichenden Arztes Antonius Castor zu Rom, vielleicht den botanischen Gärten des Theophrast und Mithridates nachgebildet, hat den Wissenschaften wahrscheinlich nicht mehr genützt als die Sammlung fossiler Knochen des Kaisers Augustus oder die Naturaliensammlung, die man aus sehr schwachen Gründen dem geistreichen Appulejus von Madaura zugeschrieben hat *).

Am Schluß der Darstellung dessen, was zu der Zeit römischer Weltherrschaft in Erweiterung des kosmischen Wissens geleistet worden ist, muß noch des großartigen Unternehmens einer Weltbeschreibung gedacht werden, welche Cajus Plinius Secundus in 37 Büchern zu umfassen strebte. Im ganzen Alterthume ist nichts ähnliches versucht worden; und wenn das Werk auch während seiner Ausführung in eine Art von Encyclopädie der Natur und Kunst ausartete (der Verfasser, in der Zueignung an den Titus, scheuet sich selbst nicht den damals edleren griechischen Ausdruck ἐγκυκλοπαιδεία, gleichsam den „Inbegriff und Vollkreis allgemeiner Bildungswissenschaften," auf sein Werk anzuwenden): so ist doch nicht zu läugnen, daß trotz des Mangels eines inneren Zusammenhanges der Theile das Ganze den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung darbietet.

Die *Historia naturalis* des Plinius, in der tabellarischen Uebersicht, welche jetzt das sogenannte erste Buch bildet, *Historiae Mundi*, in einem Briefe des Neffen an seinen Freund Macer schöner *Naturae Historia* genannt, begreift Himmel und Erde zugleich: die Lage und den Lauf der Weltkörper, die meteorologischen Processe des Luftkreises, die Oberflächen-Gestaltung der Erde, alles tellurische, von der Pflanzendecke und den Weich-Gewürmen des Oceans an bis hinauf zu dem Menschengeschlechte. Dieses ist betrachtet nach Verschiedenheit seiner geistigen Anlagen wie in der Verherrlichung derselben zu den edelsten Blüthen der bildenden Künste. Ich nenne die Elemente des allgemeinen Naturwissens, welche in dem großen Werke fast ungeordnet vertheilt liegen. „Der Weg, den ich wandeln werde," sagt Plinius mit edler Zuversicht zu sich selbst, „ist unbetreten (non trita auctoribus via); keiner unter uns, keiner unter den Griechen hat unternommen, einer, das Ganze (der Natur) zu behandeln (nemo apud Graecos qui unus omnia tractaverit). Wenn mein Unternehmen mir nicht gelingt, so ist es doch etwas schönes und glänzendes (pulchrum atque magnificum) dergleichen versucht zu haben."

Es schwebte dem geistreichen Manne ein einziges großes Bild vor; aber, durch Einzelnheiten zerstreut, bei mangelnder lebendiger Selbstanschauung der Natur, hat er dies Bild nicht festzuhalten gewußt. Die Ausführung ist unvollkommen geblieben: nicht etwa blos wegen der Flüchtigkeit und oftmaligen Unkenntniß der zu behandelnden Gegenstände (wir urtheilen nach den excerpirten Werken, welche uns noch heute zugänglich sind) als wegen der Fehler in der Anordnung. Man erkennt in dem Verfasser einen vielbeschäftigten vornehmen Mann, der sich gern seiner Schlaflosigkeit und nächtlichen Arbeit rühmte, aber als Statthalter in Spanien und Oberaufseher der Flotte in Unteritalien gewiß nur zu oft seinen wenig gebildeten Untergebenen das lockere Gewebe einer endlosen Compilation anvertraute. Dies Streben nach Compilation, d. h. nach mühevollem Sammeln einzelner Beobachtungen und Thatsachen, wie sie das damalige Wissen liefern konnte, ist an sich keineswegs zu tadeln; das unvollkommene Gelingen des Unternehmens lag in der Unfähigkeit, den eingesammelten Stoff zu beherrschen, das Naturbeschreibende höheren, allgemeine-

*) Vergl. oben Anm. 53. Doch hat Appulejus, wie Cuvier erinnert (Hist. des Sciences naturelles T. I. p. 287), die knochenartigen Haken im zweiten und dritten Magen der Aplysien (Seehasen) zuerst genau beschrieben.

ren Ansichten unterzuordnen, den Gesichtspunkt einer vergleichenden Naturkunde festzuhalten. Die Keime zu solchen höheren, nicht bloß orographischen, sondern wahrhaft geognostischen Ansichten liegen in Eratosthenes und Strabo; der erstere wird ein einziges Mal, der zweite nie benutzt. Aus der anatomischen Thiergeschichte des Aristoteles hat Plinius weder die auf die Hauptverschiedenheit der inneren Organisation gegründete Eintheilung in große Thierclassen, noch den Sinn für die allein sichere Inductions-Methode in Verallgemeinerung der Resultate zu schöpfen gewußt.

Mit pantheistischen Betrachtungen anhebend, steigt Plinius aus den Himmelsräumen zum Irdischen herab. Wie er die Nothwendigkeit anerkennt, der Natur Kräfte und Herrlichkeit (naturae vis atque majestas) als ein großes und zusammenwirkendes Ganzes darzustellen (ich erinnere an das Motto auf dem Titel meiner Schrift), so unterscheidet er auch, im Eingange des 3ten Buches, generelle und specielle Erdkunde; aber dieser Unterschied wird bald wieder vernachlässigt, wenn er sich in die dürre Nomenclatur von Ländern, Bergen und Flüssen versenkt. Den größeren Theil der Bücher VIII—XXVII, XXXIII und XXXIV, XXXVI und XXXVII füllen Verzeichnisse aus den drei Reichen der Natur aus. Der jüngere Plinius charakterisirt in einem seiner Briefe die Arbeit des Oheims sehr richtig als ein „inhaltschweres und gelehrtes Werk, das nicht minder mannigfaltig als die Natur selbst ist (opus diffusum, eruditum, nec minus varium quam ipsa natura)." Manches, das dem Plinius zum Vorwurf gemacht worden ist, als wäre es eine unnöthige und zu fremdartige Einmischung, bin ich geneigt hier lobend hervorzuheben. Es scheint mir besonders erfreulich, daß er so oft und immer mit Vorliebe an den Einfluß erinnert, welchen die Natur auf die Gesittung und geistige Entwickelung der Menschheit ausgeübt hat. Nur die Anknüpfungspunkte sind selten glücklich gewählt (VII, 24—47; XXV, 2; XXVI, 1; XXXV, 2; XXXVI, 2—4; XXXVII, 1). Die Natur der Mineral- und Pflanzenstoffe z. B. führt zu einem Fragment aus der Geschichte der bildenden Künste, einem Fragmente, das für den heutigen Stand unseres Wissens freilich wichtiger geworden ist als fast alles, was wir von beschreibender Naturgeschichte aus dem Werke schöpfen können.

Der Styl des Plinius hat mehr Geist und Leben als eigentliche Größe; er ist selten malerisch bezeichnend. Man fühlt, daß der Verfasser seine Eindrücke nicht aus der freien Natur, so viel er auch diese unter verschiedenen Himmelsstrichen genossen, sondern aus Büchern geschöpft hat. Eine ernste, trübe Färbung ist über das Ganze ausgegossen. In diese sentimentale Stimmung ist Bitterkeit gemischt, so oft die Zustände des Menschengeschlechts und seine Bestimmung berührt werden. Fast wie in Cicero *), doch in minderer Einfachheit der Diction, wird dann als aufrichtend und tröstlich geschildert der Blick in das große Weltganze der Natur.

Der Schluß der *Historia naturalis* des Plinius, des größten römischen Denkmals, welches der Literatur des Mittelalters vererbt wurde, ist in dem ächten Geiste einer Weltbeschreibung abgefaßt. Er enthält, wie wir ihn erst seit 1831 kennen †), einen Blick auf die vergleichende Naturgeschichte der Länder in verschiedenen Zonen, das Lob des südlichen Europa's zwischen den natürlichen Grenzen des Mittelmeeres und der Alpenkette, das Lob des hesperischen Himmels: „wo Mäßigung und sanfte Milde des Klima's (ein Dogma der ältesten Pythagoreer) früh die Entwilderung der Menschheit beschleunigt" hätten.

Der Einfluß der Römerherrschaft als ein fortwirkend einigendes und verschmelzendes Element hat in einer Geschichte der Weltanschauung um so ausführlicher und kräftiger bezeichnet werden dürfen, als dieser Einfluß, selbst zu einer Zeit, wo die Einigung

*) „Est enim animorum ingeniorumque naturale quoddam quasi pabulum consideratio contemplatioque naturae. Erigimur, elatiores fieri videmur, humana despicimus, cogitantesque supera atque coelestia haec nostra, ut exigua et minima, contemnimus." Cic. Acad. II, 41.

†) Plin. XXXVII, 13 (ed. Sillig T. V. 1836 p. 320). Alle früheren Ausgaben endigten bei den Worten Hispaniam, quacunque ambitur mari. Der Schluß des Werks ist 1831 in einem Bamberger Codex von Hrn. Ludwig v. Jan (Professor zu Schweinfurt) entdeckt worden.

lockerer gemacht, ja durch den Sturm einbrechender Barbaren zerstört wurde, bis in seine entfernten Folgen erkannt werden kann. Noch singt Claudian, der zu einer trüben und späten Zeit, unter Theodosius dem Großen und dessen Söhnen, im Verfall der Literatur mit neuer dichterischer Productivität auftritt, freilich nur zu lobend, von der Herrschaft der Römer *):

> Haec est, in gremium victos quae sola recepit,
> Humanumque genus communi nomine fovit,
> Matris, non dominae, ritu; civesque vocavit
> Quos domuit, nexuque pio longinqua revinxit.
> Hujus pacificis debemus moribus omnes
> Quod veluti patriis regionibus utitur hospes . . . . .

Aeußere Mittel des Zwanges, kunstreiche Staatsverfassungen, eine lange Gewohnheit der Knechtschaft konnten freilich einigen, sie konnten das vereinzelte Dasein der Völker aufheben; aber das Gefühl von der Gemeinschaft und Einheit des ganzen Menschengeschlechts, von der gleichen Berechtigung aller Theile desselben hat einen edleren Ursprung. Es ist in den inneren Antrieben des Gemüths und religiöser Ueberzeugungen gegründet. Das Christenthum hat hauptsächlich dazu beigetragen, den Begriff der Einheit des Menschengeschlechts hervorzurufen; es hat dadurch auf die „Vermenschlichung" der Völker in ihren Sitten und Einrichtungen wohlthätig gewirkt. Tief mit den frühesten christlichen Dogmen verwebt, hat der Begriff der Humanität sich aber nur langsam Geltung verschaffen können, da zu der Zeit, als der neue Glauben aus politischen Motiven in Byzanz zur Staatsreligion erhoben wurde, die Anhänger desselben bereits in elenden Partheistreit verwickelt, der ferne Verkehr der Völker gehemmt und die Fundamente des Reichs mannigfach durch äußere Angriffe erschüttert waren. Selbst die persönliche Freiheit ganzer Menschenclassen hat lange in den christlichen Staaten, bei geistlichen Grundbesitzern und Corporationen, keinen Schutz gefunden.

Solche unnatürlichen Hemmungen, und viele andere, welche dem geistigen Fortschreiten der Menschheit wie der Veredlung des gesellschaftlichen Zustandes im Wege stehen, werden allmählig verschwinden. Das Princip der individuellen und der politischen Freiheit ist in der unvertilgbaren Ueberzeugung gewurzelt von der gleichen Berechtigung des einigen Menschengeschlechts. So tritt dieses, wie schon an einem andern Orte †) gesagt worden ist, „als Ein großer verbrüderter Stamm, als ein zur Erreichung Eines Zweckes (der freien Entwickelung innerlicher Kraft) bestehendes Ganzes" auf. Diese Betrachtung der Humanität, des bald gehemmten, bald mächtig fortschreitenden Strebens nach derselben (keinesweges die Erfindung einer neueren Zeit!) gehört durch die Allgemeinheit ihrer Richtung recht eigentlich zu dem, was das kosmische Leben erhöht und begeistigt. In der Schilderung einer großen welthistorischen Epoche, der der Herrschaft der Römer, ihrer Gesetzgebung und der Entstehung des Christenthums, mußte vor allem daran erinnert werden, wie dieselbe die Ansichten des Menschengeschlechts erweitert und einen milden, langdauernden, wenn gleich langsam wirkenden Einfluß auf Intelligenz und Gesittung ausgeübt hat.

---

*) Claudian. in secundum consulatum Stilichonis v. 150—155

†) Kosmos Buch I. S. 190 und 191, Buch II. S. 203. (Vergl. auch Wilhelm v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd I. S. XXXVIII.

V.

Einfall der Araber. — Geistige Bildsamkeit dieses Theils des semitischen Volksstammes. — Einfluß eines fremdartigen Elements auf den Entwickelungsgang europäischer Cultur. — Eigenthümlichkeit des Nationalcharakters der Araber. — Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. — Arzneimittellehre und Chemie. — Erweiterung der physischen Erdkunde im Innern der Continente, der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften.

Wir haben in dem Entwurf einer Geschichte der physischen Weltanschauung, d. h. in der Darstellung der sich allmählig entwickelnden Erkenntniß von einem Weltganzen, bereits vier Hauptmomente aufgezählt. Es sind: die Versuche aus dem Becken des Mittelmeers gegen Osten nach dem Pontus und Phasis, gegen Süden nach Ophir und den tropischen Goldländern, gegen Westen durch die Hercules-Säulen in den „alles umströmenden Oceanus" vorzudringen; der macedonische Feldzug unter Alexander dem Großen; das Zeitalter der Lagiden und die römische Weltherrschaft. Wir lassen nun folgen den mächtigen Einfluß, welchen die Araber, ein fremdartiges Element europäischer Civilisation, und sechs bis sieben Jahrhunderte später die maritimen Entdeckungen der Portugiesen und Spanier, auf das allgemeine physische und mathematische Naturwissen, auf Kenntniß der Erd- und Himmelsräume, ihrer meßbaren Gestaltung, der Heterogeneität der Stoffe und der ihnen inwohnenden Kräfte ausgeübt haben. Die Entdeckung und Durchforschung des Neuen Continents, seiner vulkanreichen Cordilleren, seiner Hochebenen, in denen gleichsam die Klimate über einander gelagert sind, seiner in 120 Breitengraden entfalteten Pflanzendecke bezeichnet unstreitig die Periode, wo dem menschlichen Geiste in dem kürzesten Zeitraum die größte Fülle neuer physischer Wahrnehmungen dargeboten wurde.

Von da an ist die Erweiterung des kosmischen Wissens nicht an einzelne politische, räumlich wirkende Begebenheiten zu knüpfen. Die Intelligenz bringt fortan Großes hervor aus eigener Kraft, nicht durch einzelne äußere Ereignisse vorzugsweise angeregt. Sie wirkt in vielen Richtungen gleichzeitig, schafft durch neue Gedankenverbindung sich neue Organe, um das zarte Gewebe des Thier- und Pflanzenbaues als Substrat des Lebens, wie die weiten Himmelsräume zu durchspähen. So erscheint das ganze siebzehnte Jahrhundert, glänzend eröffnet durch die große Erfindung des Fernrohrs, wie durch die nächsten Früchte dieser Erfindung, von Galilei's Entdeckung der Jupiterstrabanten, der sichelförmigen Gestalt der Venusscheibe und der Sonnenflecken an bis zu Isaac Newton's Gravitations-Theorie, als die wichtigste Epoche einer neugeschaffenen physischen Astronomie. Es zeigt sich hier noch einmal, durch Einheit der Bestrebungen in der Beobachtung des Himmels und der mathematischen Forschung hervorgerufen, ein scharf bezeichneter Abschnitt in dem großen, von nun an ununterbrochen fortlaufenden Processe intellectueller Entwickelung.

Unseren Zeiten näher wird das Herausheben einzelner Momente um so schwieriger, als die menschliche Thätigkeit sich vielseitiger bewegt und als mit einer neuen Ordnung in den geselligen und staatlichen Verhältnissen auch ein engeres Band alle wissenschaftlichen Richtungen umschließt. In den einzelnen Disciplinen, deren Entwickelung eine Geschichte der physischen Wissenschaften darstellt, in der Chemie und der beschreibenden Botanik, ist es möglich, bis in die neueste Zeit Perioden zu isoliren, in denen die Fortschritte am größten waren oder plötzlich neue Ansichten herrschend wurden; aber in der Geschichte der Weltanschauung, welche ihrem Wesen nach der Geschichte der einzelnen Disciplinen nur das entlehnen soll, was am unmittelbarsten sich auf die Erweiterung des Begriffs vom Kosmos als einem Naturganzen bezieht, wird das Anknüpfen an bestimmte Epochen schon darum gefahrvoll und unthunlich, weil das, was wir eben einen intellectuellen Entwickelungsproceß nannten, ein ununterbrochenes gleichzeitiges Fortschreiten in allen Sphären des kosmischen Wissens voraussetzt. An dem wichtigen Scheidepunkt ange-

langt, wo nach dem Untergange der römischen Weltherrschaft ein neues, fremdartiges Element der Bildung sich offenbart, wo unser Continent dasselbe zum ersten Male unmittelbar aus einem Tropenlande empfängt, schien es mir nützlich, einen allgemeinen, übersichtlichen Blick auf den Weg zu werfen, welcher noch zu durchlaufen übrig ist.

Die Araber, ein semitischer Urstamm, verscheuchen theilweise die Barbarei, welche das von Völkerstürmen erschütterte Europa bereits seit zwei Jahrhunderten bedeckt hat. Sie führen zurück zu den ewigen Quellen griechischer Philosophie; sie tragen nicht bloß dazu bei, die wissenschaftliche Cultur zu erhalten, sie erweitern sie und eröffnen der Naturforschung neue Wege. In unserm Continent begann die Erschütterung erst, als unter Valentinian I. die Hunnen (finnischen, nicht mongolischen Ursprungs) in dem letzten Viertel des vierten Jahrhunderts über den Don vordrangen und die Alanen, später mit diesen die Ostgothen bedrängten. Fern im östlichen Asien war der Strom wandernder Völker in Bewegung gesetzt mehrere Jahrhunderte früher als unsere Zeitrechnung beginnt. Den ersten Anstoß zur Bewegung gab, wie wir schon früher erinnert, der Anfall der Hiungnu (eines türkischen Stammes) auf das blonde und blauäugige, vielleicht indogermanische Volk der Usün, die, an die Yueti (Geten?) grenzend, im oberen Flußthal des Huangho im nordwestlichen China wohnten. Der verheerende Völkerstrom, fortgepflanzt von der, gegen die Hiungnu (214 vor Chr.) errichteten großen Mauer bis in das westlichste Europa, bewegte sich durch Mittel-Asien, nördlich von der Kette des Himmelsgebirges. Kein Religionseifer beseelte diese asiatischen Horden, ehe sie Europa berührten; ja, man hat bestimmt erwiesen, daß die Mongolen noch nicht Buddhisten*) waren, als sie siegreich bis nach Polen und Schlesien vordrangen. Ganz andere Verhältnisse gaben dem kriegerischen Ausbruch eines südlichen Volkes, der Araber, einen eigenthümlichen Charakter.

In dem wenig gegliederten†) Continent von Asien dehnt sich, ausgezeichnet durch seine Form, als ein merkwürdig abgesondertes Glied, die arabische Halbinsel zwischen dem rothen Meere und dem persischen Meerbusen, zwischen dem Euphrat und dem syrisch-mittelländischen Meere hin. Es ist die westlichste der drei Halbinseln von Süd-Asien, und ihre Nähe zu Aegypten und einem europäischen Meeresbecken bietet ihr große Vortheile sowohl der politischen Weltstellung als des Handels dar. In dem mittleren Theile der arabischen Halbinsel lebte das Volk des Hedschaz, ein edler, kräftiger Menschenstamm, unwissend, aber nicht roh, phantasiereich und doch der sorgfältigen Beachtung aller Vorgänge in der freien Natur (an dem ewig heiteren Himmelsgewölbe und auf der Erdfläche) ergeben. Nachdem dies Volk, Jahrtausende lang fast ohne Berührung mit der übrigen Welt, größtentheils nomadisch umhergezogen, brach es plötzlich aus, bildete sich durch geistigen Contact mit den Bewohnern alter Cultursitze, bekehrte und herrschte von den Hercules-Säulen bis zum Indus, bis zu dem Punkt, wo die Bolor-Kette den Hindu-Kho durchschneidet. Schon seit der Mitte des neunten Jahrhunderts unterhielt es Handelsverkehr gleichzeitig mit den Nordländern Europa's und Madagascar, mit Ost-Afrika, Indien und China; es verbreitete Sprache, Münze und indische Zahlen; gründete einen mächtigen, langdauernden, durch religiösen Glauben zusammengehaltenen Länderverband. Oft bei diesen Zügen wurden große Provinzen nur vorübergehend durchstreift. Der schwärmende Haufe, von den Eingeborenen bedroht, lagerte sich (so sagt die einheimische Naturdichtung) „wie Wolkengrup-

---

*) Wenn Carl Martell, wie man oft gesagt, durch seinen Sieg bei Tours das mittlere Europa gegen den einbrechenden Islam geschützt hat, so kann man nicht mit gleichem Rechte behaupten, daß der Rückzug der Mongolen nach der Schlacht bei Liegnitz den Buddhismus gehindert habe bis an die Elbe und den Rhein vorzudringen. Die Mongolenschlacht in der Ebene von Wahlstatt bei Liegnitz, in welcher Herzog Heinrich der Fromme heldenmüthig fiel, ward am 9. April 1241 geliefert, vier Jahre nachdem unter Batu, dem Enkel Dschingischans, das Kaptschak und Rußland den asiatischen Horden dienstbar wurden. Die erste Einführung des Buddhismus unter den Mongolen fällt aber in das Jahr 1247, als fern im Osten zu Leang-tscheu, in der chinesischen Provinz Schensi, der kranke mongolische Prinz Godan den Sakya Pandita, einen tübetanischen Erzpriester, zu sich berief, um sich von ihm heilen und bekehren zu lassen (Klaproth in einem handschriftlichen Fragmente über die Verbreitung des Buddhismus im östlichen und nördlichen Asien). Dazu haben die Mongolen sich nie mit der Bekehrung der überwundenen Völker beschäftigt.

†) Kosmos Buch I. S. 153.

pen, die bald der Wind zerstreut.“ Eine lebensreichere Erscheinung hat keine andere Völkerbewegung dargeboten, und die dem Islam scheinbar inwohnende geistbedrückende Kraft hat sich im ganzen minder thätig und hemmend unter der arabischen Herrschaft als bei den türkischen Stämmen gezeigt. Religiöse Verfolgung war hier wie überall (auch unter christlichen Völkern) mehr Wirkung eines schrankenlosen dogmatisirenden Despotismus*) als Wirkung der ursprünglichen Glaubenslehre, der religiösen Anschauung der Nation. Die Strenge des Koran ist vorzugsweise gegen Abgötterei und den Götzendienst aramäischer Stämme gerichtet.

Da das Leben der Völker außer den inneren geistigen Anlagen durch viele äußere Bedingnisse des Bodens, des Klima's und der Meeresnähe bestimmt wird, so muß hier zuvörderst an die ungleichartige Gestaltung der arabischen Halbinsel erinnert werden. Wenn auch der erste Impuls zu den großen Veränderungen, welche die Araber in drei Continenten hervorgebracht haben, von dem ismaelitischen Hedschaz ausging und seine hauptsächlichste Kraft einem einsamen Hirtenstamme verdankte, so ist doch der übrige Theil der Halbinsel an seinen Küsten seit Tausenden von Jahren nicht von dem übrigen Weltverkehr abgeschnitten geblieben. Um den Zusammenhang und die Möglichkeit großer und seltsamer Ereignisse einzusehen, muß man zu den Ursachen aufsteigen, welche dieselben allmälig vorbereitet haben.

Gegen Südwesten am erythräischen Meere liegt das schöne Land der Joctaniden†), Yemen, fruchtbar und ackerbauend, der alte Cultursitz von Saba. Es erzeugt Weihrauch (lebonah der Hebräer, vielleicht Boswillia thurifera Colebr.‡), Myrrhe (eine Amyris-Art, von Ehrenberg zuerst genau beschrieben) und den sogenannten Mekka-Balsam (Balsamodendron gileadense, Kunth): Gegenstände eines wichtigen Handels der Nachbarvölker, versführt zu den Aegyptern, Persern, Indern wie zu den Griechen und Römern. Auf diese Erzeugnisse gründet sich die geographische Benennung des „glücklichen Arabiens,“ welche wir zuerst bei Diodor und Strabo finden. Im Südosten der Halbinsel am persischen Meerbusen lag Gerrha, den phönicischen Niederlassungen von Aradus und Tylus ge-

*) Daher der Contrast zwischen den tyrannischen Maaßregeln des Motewekkil, zehnten Chalifen aus dem Hause der Abbassiden, gegen Juden und Christen (Joseph von Hammer über die Länderverwaltung unter dem Chalifate 1835 S. 27, 85 und 117) und der milden Toleranz unter weiseren Herrschern in Spanien (Conde, Hist. de la dominacion de los Arabes en España T. I. 1820 p. 67). Auch ist zu erinnern, daß Omar nach der Einnahme von Jerusalem jeden Ritus des christlichen Gottesdienstes erlaubte und mit dem Patriarchen einen den Christen günstigen Vertrag abschloß (Fundgruben des Orients Bd. V. S. 68).

†) „Ein starker Zweig der Hebräer war, der Sage nach, lange vor Abraham unter dem Namen Joktham (Quachthan) in das südliche Arabien hinabgewandert und hatte dort blühende Reiche gegründet.“ (Ewald, Geschichte des Volkes Israel Bd. I. S. 337 und 450.)

‡) Der Baum, welcher den arabischen, seit der urältesten Zeit berühmten Weihrauch von Hadhramaut giebt (auf der Insel Socotora fehlt derselbe ganz), ist noch von keinem Botaniker, selbst nicht von dem mühsam forschenden Ehrenberg, aufgefunden und bestimmt worden. In Ostindien findet sich ein ähnliches Product, vorzüglich in Bundelkhund, mit welchem von Bombay aus ein beträchtlicher Handel nach China getrieben wird. Dieser indische Weihrauch wird nach Colebrooke (Asiatic Researches Vol. IX. p. 377) von einer durch Roxburgh bekannt gewordenen Pflanze, Boswellia thurifera oder serrata, aus der Familie der Burseraceen von Kunth, gewonnen. Da wegen der ältesten Handelsverbindungen zwischen den Küsten von Süd-Arabien und des westlichen Indiens (Gildemeister, Scriptorum Arabum loci de rebus Indicis p. 35) man in Zweifel ziehen konnte, ob der λίβανος des Theophrastus der thus der Römer) ursprünglich der arabischen Halbinsel zugehört habe, so ist Lassen's Bemerkung sehr wichtig (indische Alterthumskunde Bd. I. S. 286), daß der Weihrauch im Amara-Koscha selbst „yâwana, javanisch, d. h. arabisch, genannt,“ demnach als ein aus Arabien nach Indien gebrachtes Erzeugniß aufgeführt wird. „Turuschka' pindaka' sihlô (drei Benennungen des Weihrauchs) yâwanô“, heißt es im Amara-Koscha (Amarakocha publ. par A. Loiseleur Deslongchamps P. I. 1839 p. 156). Auch Dioscorides unterscheidet den arabischen von dem indischen Weihrauch. Carl Ritter in seiner vortrefflichen Monographie der Weihrauch-Arten (Asien Bd. VIII. Abth. 1. S. 356—372) bemerkt sehr richtig, dieselbe Pflanzenart (Boswellia Thurifera) könne wegen der Aehnlichkeit des Klimas wohl ihre Verbreitungssphäre von Indien durch das südliche Persien nach Arabien ausdehnen. Der amerikanische Weihrauch (Olibanum americanum unserer Pharmacopöen) kommt von Icica gujanensis Aubl. und Icica tacamahaca, die wir, Bonpland und ich, häufig in den großen Grasebenen (Llanos) von Calabozo in Südamerika gefunden haben. Icica ist wie Boswellia aus der Familie der Burseraceen. Die Rothtanne (Pinus abies Linn.) erzeugt den gemeinen Weihrauch unserer Kirchen. — Die Pflanze, welche die Myrrhe trägt und welche Bruce glaubte gesehen zu haben (Ainslie, Materia medica of Hindostan, Madras 1813, p. 29), ist bei el-Gisan in Arabien von Ehrenberg entdeckt und nach den von ihm gesammelten Exemplaren durch Nees von Esenbeck unter dem Namen Balsamodendron myrrha beschrieben worden. Man hielt lange fälschlich Balsamodendron Kotaf Kunth., eine Amyris von Forskål, für den Baum der ächten Myrrhe.

genüber, ein wichtiger Stapelplatz des Verkehrs mit indischen Waaren. Wenn gleich fast das ganze Innere des arabischen Landes eine baumlose Sandwüste zu nennen ist, so findet sich doch in Oman (zwischen Jailan und Batna) eine ganze Reihe wohl cultivirter, durch unterirdische Canäle bewässerter Oasen; ja, der Thätigkeit des verdienstvollen Reisenden Wellsted*) verdanken wir die Kenntniß dreier Gebirgsketten, deren höchster, waldbedeckter Gipfel, Dschebel Akhdar, sich bis sechs tausend Fuß Höhe über dem Meeresspiegel bei Maskat erhebt. Auch in dem Berglande von Yemen östlich von Loheia und in der Küstenkette von Hedschaz, in Asyr, wie östlich von Mekka bei Tayef, befinden sich Hochebenen, deren perpetuirlich niedrige Temperatur schon dem Geographen Edrisi bekannt war†).

Dieselbe Mannigfaltigkeit der Gebirgslandschaft charakterisirt die Halbinsel Sinai, das Kupferland der Aegypter des alten Reichs (vor der Hyksos-Zeit), und die Felsthäler von Petra. Der phönicischen Handelsniederlassungen an dem nördlichsten Theile des rothen Meeres und der Hiram-Salomonischen Ophirfahrt, die von Ezion-Geber ausging, habe ich bereits an einem anderen Orte‡) erwähnt. Arabien und die von indischen Ansiedlern bewohnte nahe Insel Socotora (die Insel des Dioscorides) waren Mittelglieder des Welthandels nach Indien und der Ostküste von Afrika. Die Producte dieser Länder wurden gemeinhin mit denen von Hadhramaut und Yemen verwechselt. „Aus Saba werden sie kommen" (die Dromedare von Midian), singt der Prophet Jesaias, „werden Gold und Weihrauch bringen||)." Petra war der Stapelplatz kostbarer Waaren, für Tyrus und Sidon bestimmt, ein Hauptsitz des einst so mächtigen Handelsvolks der Nabatäer, denen der sprachgelehrte Quatremère als ursprünglichen Wohnsitz die Gerrhäer-Gebirge am unteren Euphrat anweist. Dieser nördliche Theil von Arabien ist vorzugsweise durch die Nähe von Aegypten, durch die Verbreitung arabischer Stämme in dem syrisch-palästinischen Grenzgebirge und den Euphratländern, wie durch die berühmte Caravanenstraße von Damascus über Emesa und Tadmor (Palmyra) nach Babylon in belebenden Contact mit anderen Culturstaaten gewesen. Mohammed selbst, entsprossen aus einem vornehmen, aber verarmten Geschlecht des Koreitschiten-Stammes, hatte, ehe er als inspirirter Prophet und Reformator auftrat, in Handelsgeschäften die Waarenmesse von Bosra an der syrischen Grenze, die in Hadhramaut, dem Weihrauchlande, und am meisten die zwanzigtägige von Okadh bei Mekka besucht, wo Dichter, meist Beduinen, sich alljährlich zu lyrischen Kampfspielen versammelten. Wir berühren diese Einzelheiten des Verkehrs und seiner Veranlassungen, um ein lebendigeres Bild von dem zu geben, was vorbereitend auf eine Weltveränderung wirkte.

Die Verbreitung der arabischen Bevölkerung gegen Norden erinnert zunächst an zwei Begebenheiten, deren nähere Verhältnisse freilich noch in Dunkel gehüllt sind, welche aber doch dafür zeugen, daß schon Jahrtausende vor Mohammed die Bewohner der Halbinsel sich durch Ausfälle nach Westen und Osten, gegen Aegypten und den Euphrat hin, in die großen Welthändel gemischt hatten. Die semitische oder aramäische Abstammung der Hyksos, welche unter der zwölften Dynastie, 2200 Jahre vor unserer Zeitrechnung, dem alten Reiche ein Ende machten, wird jetzt fast allgemein von Geschichtsforschern angenommen. Auch Manetho sagt: „Einige behaupten, daß diese Hirten Araber waren." In anderen Quellen werden sie Phönicier genannt: ein Name, der im Alterthume auf die Bewohner des Jordanthales und auf alle arabischen Stämme ausgedehnt wird. Der scharfsinnige Ewald gedenkt besonders der Amalekiter (Amalekäer), welche ursprünglich in Yemen wohnten, dann über Mekka und Medina sich nach Canaan und Syrien verbreiteten und in arabischen Urkunden als zu Josephs Zeit über Aegypten herrschend genannt werden¶). Auf-

*) Wellsted, Travels in Arabia 1838 Vol. I. p. 272—289.

†) Jomard, Études géogr. et hist. sur l'Arabie 1839 p. 14 und 32.

‡) Kosmos Buch II. S. 259.

||) Jesaias 60, 6.

¶) Ewald, Gesch. des Volkes Israel Bd. I. S. 300 und 450; Bunsen, Aegypten Buch III. S. 10

fallend ist es immer, wie die nomadischen Stämme der Hyksos das mächtige, wohleingerichtete alte Reich der Aegypter haben überwältigen können. Freier gesinnte Menschen traten glücklich gegen die an lange Knechtschaft gewöhnten auf; und doch waren die siegreichen arabischen Einwanderer damals nicht, wie in neuerer Zeit, durch religiöse Begeisterung aufgeregt. Aus Furcht vor den Assyrern (Stämmen von Arpachschad) gründeten die Hyksos den Waffenplatz und die Feste Avaris am östlichen Nilarme. Vielleicht deutet dieser Umstand auf nachdringende Kriegsschaaren, auf eine große gegen Westen gerichtete Völkerwanderung. Eine zweite, wohl um tausend Jahre spätere Begebenheit ist die, welche Diodor *) dem Ktesias nacherzählt. Ariäus, ein mächtiger Himyariten-Fürst, wird Bundesgenosse des Ninus am Tigris, schlägt mit ihm die Babylonier und kehrt mit reicher Beute beladen in seine Heimath, das südliche Arabien, zurück †).

War im ganzen das freie Hirtenleben das herrschende im Hedschaz, war es das Leben einer großen und kräftigen Volkszahl, so wurden doch auch dort die Städte Medina und Mekka (letztere mit ihrem uralten räthselhaften Tempelheiligthum, der Kaaba) als ansehnliche, von fremden Nationen besuchte Orte bezeichnet. In Gegenden, welche den Küsten oder den Caravanenstraßen, die wie Flußthäler wirken, nahe lagen, herrschte wohl nirgends die völlige rohe Wildheit, welche die Abgeschlossenheit erzeugt. Schon Gibbon ‡), der die menschlichen Zustände immer so klar auffaßt, erinnert daran, wie in der arabischen Halbinsel das Nomadenleben sich wesentlich von dem unterscheidet, welches Herodot und Hippocrates in dem sogenannten Scythenlande beschreiben: weil in diesem kein Theil des Hirtenvolkes sich je in Städten angesiedelt hat, während auf der großen arabischen Halbinsel das Landvolk noch jetzt mit den Städtebewohnern verkehrt, die es von gleicher ursprünglicher Abkunft mit sich selbst hält. In der Kirghisensteppe, einem Theile der Ebenen, welche die alten Scythen (Scoloten und Sacer) bewohnten, hat es auf einem Raume, der an Flächeninhalt Deutschland übertrifft ||), seit Jahrtausenden nie eine Stadt gegeben; und doch überstieg, zur Zeit meiner sibirischen Reise, die Zahl der Zelte (Yurten und Kibitken) in den drei Wanderhorden noch 400,000: was ein Nomadenvolk von zwei Millionen andeutet. Wie sehr solche Contraste der größeren oder minderen Abgeschlossenheit des Hirtenlebens (selbst wenn man gleiche innere Anlagen voraussetzen will) auf die geistige Bildsamkeit wirken, bedarf hier keiner umständlichen Entwickelung.

Bei dem edlen, von der Natur begünstigten Stamme der Araber machen gleichzeitig die inneren Anlagen zu geistiger Bildsamkeit, die von uns angedeuteten Verhältnisse der natürlichen Beschaffenheit des Landes und der alte Handelsverkehr der Küsten mit hochcultivirten Nachbarstaaten erklärlich, wie der Einbruch nach Syrien und Persien und später der Besitz von Aegypten so schnell Liebe zu den Wissenschaften und Hang zu eigener Forschung in den Siegern erwecken konnte. In den wundersamen Bestimmungen der Weltordnung lag es, daß die christliche Secte der Nestorianer, welche einen sehr wichtigen Einfluß auf die räumliche Verbreitung der Kenntnisse ausgeübt hat, auch den Arabern, ehe diese nach dem vielgelehrten und streitsüchtigen Alexandrien kamen, nützlich wurde, ja, daß der christliche Nestorianismus unter dem Schutze des bewaffneten Islam tief in das östliche Asien dringen konnte. Die Araber wurden nämlich mit der griechischen Literatur erst durch die Syrer ¶), einen ihnen verwandten semitischen Stamm, bekannt, während die Syrer selbst

---

und 32. Auf uralte Völkerwanderungen gegen Westen deuten die Sagen von Persern und Medern im nördlichen Afrika. Sie sind an die vielgestaltete Mythe von Hercules und dem phönicischen Melkarth geknüpft worden. (Vergl. Sallust. bellum Jugurth. cap. 18, aus punischen Schriften des Hiempsal geschöpft; Plin. V, 8.) Strabo nennt die Maurusier (Bewohner von Mauretanien) gar „mit Hercules gekommene Inder."

*) Diod. Sic. lib. II cap. 2 und 3.

†) Ctesiae Cnidii Operum reliquiae ed. Baehr: Fragmenta assyriaca p. 421, und Carl Müller in Dindorf's Ausgabe des Herodot (Par. 1844) p. 13—15.

‡) Gibbon, Hist. of the decline and fall of the Roman empire Vol. IX. chapt. 50 p. 200 (Leipz. 1829.)

||) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 128.

¶) Jourdain, Recherches critiques sur l'âge des traductions d'Aristote 1819 p. 81 und 87.

kaum anderthalb Jahrhunderte früher, die Kenntniß der griechischen Literatur erst durch die verketzerten Nestorianer empfangen hatten. Aerzte, die in den Lehranstalten der Griechen und auf der berühmten von den nestorianischen Christen zu Edessa in Mesopotamien gestifteten medicinischen Schule gebildet waren, lebten schon zu Mohammeds Zeiten, mit diesem und mit Abu-Bekr befreundet, in Mekka.

Die Schule von Edessa, ein Vorbild der Benedictiner-Schulen von Monte-Cassino und Salerno, erweckte die naturwissenschaftliche Untersuchung der Heilstoffe aus dem Mineral- und Pflanzenreiche. Als durch christlichen Fanatismus unter Zeno dem Isaurier sie aufgelöst wurde, zerstreuten sich die Nestorianer nach Persien, wo sie bald eine politische Wichtigkeit erlangten und ein neues, vielbesuchtes medicinisches Institut zu Dschondisapur in Khusistan stifteten. Es gelang ihnen ihre Kenntnisse und ihren Glauben gegen die Mitte des siebenten Jahrhunderts bis nach China unter der Dynastie der Thang zu verbreiten, 572 Jahre nachdem der Buddhismus dort aus Indien eingedrungen war.

Der Saamen abendländischer Cultur, in Persien durch gelehrte Mönche und durch die von Justinian verfolgten Philosophen der letzten platonischen Schule von Athen ausgestreuet, hatte einen wohlthätigen Einfluß auf die Araber während ihrer ersten asiatischen Feldzüge ausgeübt. So schwach auch die Kenntnisse der nestorianischen Priester mögen gewesen sein, so konnten sie doch, ihrer eigenthümlichen medicinisch-pharmaceutischen Richtung nach, anregend auf einen Menschenstamm wirken, der lange im Genuß der freien Natur gelebt und einen frischeren Sinn für jede Art der Naturanschauung bewahrte, als die griechischen und italienischen Städtebewohner. Was der Epoche der Araber die kosmische Wichtigkeit giebt, die wir hier hervorheben müssen, hängt großentheils mit dem eben bezeichneten Zuge ihres Nationalcharakters zusammen. Die Araber sind, wir wiederholen es, als die eigentlichen Gründer der physischen Wissenschaften zu betrachten, in der Bedeutung des Worts, welche wir ihm jetzt zu geben gewohnt sind.

Allerdings ist in der Gedankenwelt, bei der inneren Verkettung alles Gedachten, ein absoluter Anfang schwer an einen bestimmten Zeitabschnitt zu knüpfen. Einzelne Lichtpunkte des Wissens, wie der Processe, durch die das Wissen erlangt werden kann, zeigen sich frühe zerstreut. Wie weit ist nicht Dioscorides, welcher Quecksilber aus dem Zinnober übertrieb, vom arabischen Chemiker Dscheber, wie weit ist Ptolemäus als Optiker von Alhazen getrennt! aber die Gründung der physischen Disciplinen, der Naturwissenschaften selbst, hebt da erst an, wo auf neu geöffneten Wegen zugleich von Vielen, wenn auch mit ungleichem Erfolge, fortgeschritten wird. Nach der bloßen Naturbeschauung, nach dem Beobachten der Erscheinungen, die sich in den irdischen und himmlischen Räumen zufällig dem Auge darbieten, kommt das Erforschen, das Aufsuchen des Vorhandenen, das Messen von Größe und Dauer der Bewegung. Die früheste Epoche einer solchen, doch aber meist auf das Organische beschränkten Naturforschung ist die des Aristoteles gewesen. Es bleibt eine dritte und höhere Stufe übrig in der fortschreitenden Kenntniß physischer Erscheinungen, die Ergründung der Naturkräfte: die des Werdens, bei dem diese Kräfte wirken; die der Stoffe selbst, die entfesselt werden, um neue Verbindungen einzugehen. Das Mittel, welches zu dieser Entfesselung führt, ist das willkührliche Hervorrufen von Erscheinungen, das Experimentiren.

Auf diese letzte, in dem Alterthum fast ganz unbetretene Stufe haben sich vorzugsweise im großen die Araber erhoben. Sie gehörten einem Lande an, das ganz des Palmen- und zur größeren Hälfte des Tropen-Klima's genießt (der Wendekreis des Krebses durchschneidet die Halbinsel ungefähr von Maskat nach Mekka hin), also einer Weltgegend, in der bei erhöhter Lebenskraft der Organe das Pflanzenreich eine Fülle von Aromen, von balsamischen Säften, dem Menschen wohlthätigen oder gefahrdrohenden Stoffen liefert. Früh mußte daher die Aufmerksamkeit des Volkes auf die Erzeugnisse des heimischen Bodens und der durch Handel erreichbaren malabarischen, ceylanischen und ost-afrikanischen Küsten

gerichtet sein. In diesen Theilen der heißen Zone „individualisiren" sich die organischen Gestalten in den kleinsten Erdräumen. Jeder derselben bietet eigenthümliche Erzeugnisse dar und vervielfältigt durch stete Anregung zum Beobachten den Verkehr des Menschen mit der Natur. Es kam darauf an, so kostbare, der Medicin, den Gewerben, dem Luxus der Tempel und Paläste wichtige Waaren sorgfältig von einander zu unterscheiden und ihrem, oft mit gewinnsüchtiger List verheimlichten Vaterlande nachzuspüren. Ausgehend von dem Stapelplatze Gerrha am persischen Meerbusen und aus dem Weihrauch-Distrikte von Yemen, durchstrichen zahlreiche Caravanenstraßen das ganze Innere der arabischen Halbinsel bis Phönicien und Syrien und die Namen jener kräftigen Naturproducte, wie das Interesse für dieselben, wurden überall verbreitet.

Die Arzneimittellehre, gegründet von Dioscorides in der alexandrinischen Schule, ist ihrer wissenschaftlichen Ausbildung nach eine Schöpfung der Araber, denen jedoch eine reiche Quelle der Belehrung und die älteste von allen, die der indischen Aerzte, schon früher geöffnet war*). Die chemische Apothekerkunst ist von den Arabern geschaffen worden, und die ersten obrigkeitlichen Vorschriften über Bereitung der Arzneimittel, die jetzt so genannten Despensatorien, sind von ihnen ausgegangen. Sie wurden später von der salernitanischen Schule durch das südliche Europa verbreitet. Pharmacie und Materia medica, die ersten Bedürfnisse der praktischen Heilkunst, leiteten nach zwei Richtungen gleichzeitig zum Studium der Botanik und zu dem der Chemie. Aus den engen Kreisen der Nützlichkeit und einseitiger Anwendung gelangte die Pflanzenkunde allmälig in ein weiteres und freieres Feld; sie erforschte die Structur des organischen Gewebes, die Verbindung der Structur mit den Kräften, die Gesetze, nach welchen die Pflanzenformen familienweise auftreten und sich geographisch nach Verschiedenheit der Klimate und Höhen über den Erdboden vertheilen.

Seit den asiatischen Eroberungen, für deren Erhaltung später Bagdad ein Centralpunkt der Macht und der Cultur wurde, bewegten sich die Araber in dem kurzen Zeitraume von 70 Jahren über Aegypten, Cyrene und Carthago durch das ganze nördliche Afrika bis zu der fernsten iberischen Halbinsel. Der geringe Bildungszustand des Volkes und seiner Heerführer konnte allerdings jeglichen Ausbruch wilder Rohheit vermuthen lassen; aber die Mythe von Verbrennung der alexandrinischen Bibliothek durch Amru (das sechsmonatliche Heizen von 4000 Badstuben) beruht auf dem alleinigen Zeugniß von zwei Schriftstellern, welche 580 Jahre später lebten, als die Begebenheit sich soll zugetragen haben†). Wie in friedlicheren Zeiten, doch ohne daß die geistige Cultur der ganzen Volksmasse einen freien Aufschwung hätte gewinnen können, in der glanzvollen Epoche von Al-Mansur, Harun Al-Raschid, Mamun und Motasem, die Höfe der Fürsten und die öffentlichen wissenschaftlichen Institute eine große Zahl der ausgezeichnetsten Männer vereinigen konnten, bedarf hier keiner besonderen Entwickelung. Es gilt nicht in diesen Blättern eine Charakteristik der so ausgedehnten und in ihrer Mannigfaltigkeit so ungleichartigen arabischen Literatur zu geben, oder zu unterscheiden, was in den verborgenen Tiefen der Organisation eines Menschenstammes und der Naturentfaltung seiner Anlagen, was in äußeren Anregungen und zufälligen Bedingnissen gegründet ist. Die Lösung dieser wichtigen Aufgabe gehört einer anderen Sphäre der Ideen an. Unsere historische Betrachtungen sind auf eine fragmentarische Herzählung dessen beschränkt, was in mathematischen, astronomischen und naturwissenschaftlichen Kenntnissen das Volk der Araber zur allgemeineren Weltanschauung beigetragen hat.

---

*) Ueber die Kenntnisse, welche die Araber aus der Arzneimittellehre der Inder geschöpft haben, s. die wichtigen Untersuchungen von Wilson im Oriental Magazine of Calcutta 1823 Febr. und März und von Royle in seinem Essay on the Antiquity of Hindoo Medicine 1837 p. 56—59, 64—66, 73 und 92. Vergl. ein Verzeichniß pharmaceutischer arabischer Schriften, die aus dem Indischen übersetzt sind, in Ainslie (Ausgabe von Madras) p. 289.

†) Gibbon Vol. IX. chapt. 51 p. 392; Heeren, Gesch. des Studiums der classischen Literatur Bd. I. 1797 S. 44 und 72; Sacy, Abd-Allatif p. 240; Parthey, das alexandrinische Museum 1838 S. 106.

Alchymie, Zauberkunst und mystische Phantasien, durch scholastische Dialektik jeder dich-
terischen Anmuth entblößt, verunreinigen freilich auch hier, wie überall im Mittelalter, di
wahren Resultate der Erforschung; aber unablässig selbstarbeitend, mühevoll durch Ueber-
setzung sich die Früchte früher gebildeter Generationen aneignend, haben die Araber di
Naturansichten erweitert und vieles Eigene geschaffen. Man hat mit Recht auf den große
Unterschied*) der Culturverhältnisse aufmerksam gemacht zwischen den einwandernden ger-
manischen und den arabischen Stämmen. Jene bildeten sich erst nach der Einwanderung
aus; diese brachten mit sich schon aus der Heimath nicht bloß ihre Religion, auch ein
hochausgebildete Sprache, und die zarten Blüthen einer Poesie, welche nicht ganz ohn
Einfluß auf die Provencalen und die Minnesänger geblieben ist.

Die Araber besaßen merkwürdige Eigenschaften, um aneignend und vermittelnd zu
wirken vom Euphrat bis zum Guadalquivir und bis zu dem Süden von Mittel-Afrika
Sie besaßen eine beispiellose weltgeschichtliche Beweglichkeit, eine Neigung, von dem ab-
stoßenden israelitischen Castengeiste entfernt, sich mit den besiegten Völkern zu verschmelze
und doch trotz des ewigen Bodenwechsels ihrem Nationalcharakter und den traditionelle
Erinnerungen an die ursprüngliche Heimath nicht zu entsagen. Beispiele von größere
Landreisen einzelner Individuen, nicht immer des Handels wegen, sondern um Kenntniss
einzusammeln, hat kein anderer Volksstamm aufzuweisen; selbst die buddhistischen Priester
aus Tübet und China, selbst Marco Polo und die christlichen Missionare, welche zu de
Mongolenfürsten gesandt wurden, haben sich nur in engeren Räumen bewegt. Durch di
vielen Verbindungen der Araber mit Indien und China (schon am Ende des 7ten Jahr-
hunderts †) unter dem Chalifat der Ommajaden wurden die Eroberungen bis nach Kasch-
gar, Kabul und dem Pendschab ausgedehnt) gelangten wichtige Theile des asiatische
Wissens nach Europa. Die scharfsinnigen Forschungen von Reinaud haben gelehrt, wi
viel aus arabischen Quellen für die Kenntniß von Indien zu schöpfen ist. Der Einfall de
Mongolen in China störte zwar den Verkehr über den Orus ‡); aber die Mongolen selbs
wurden bald ein vermittelndes Glied für die Araber, welche durch eigene Anschauung un
mühevolles Forschen von den Küsten des stillen Meeres bis zu denen West-Afrika's, vo
den Pyrenäen bis zu des Scherifs Edrisi Sumpflande des Wangarah in Inner-Afrika di
Erdkunde aufgeklärt haben. Die Geographie des Ptolemäus wurde nach Frähn schon au
Befehl des Chalifen Mamun zwischen 813 und 833 in das Arabische übersetzt, und es i
sogar nicht unwahrscheinlich, daß bei der Uebersetzung einige nicht auf uns gekommen
Fragmente des Marinus Tyrius benutzt werden konnten ||).

Von der langen Reihe vorzüglicher Geographen, welche die arabische Literatur uns lie-
fert, ist es genug die äußersten Glieder, El-Istachri ¶) und Alhassan (Johannes Leo, de

---

*) Heinrich Ritter, Geschichte der christlichen Philosophie Th. III. 1844 S. 669—676.

†) Reinaud in drei neueren Schriften, welche beweisen, wie viel neben den chinesischen Quellen noch aus den arabischen und persischen zu schöpfen ist: Fragments arabes et persans inédits relatifs à l'Inde, antérieurement au XIe siècle de l'ère chrétienne, 1845 p. XX—XXXIII; Relation des Voyages faits par les Arabes et les Persans dans l'Inde et à la Chine dans le IXe siècle de notre ère, 1845 T. I. p. XLVI; Mémoire géographique et historique sur l'Inde d'après les écrivains Arabes, Persans et Chinois, antérieurement au milieu du onzième siècle de l'ère chrétienne. 1846 p. 6. Die zweite Schrift des gelehrten Orientalisten Herrn Reinaud ist eine neue Bearbeitung der vom Abbé Renaudot so unvollständig herausgegebenen Anciennes relations des Indes et de la Chine de deux voyageurs Mahométans (1718). Die arabische Handschrift enthält nur Einen Reisebericht, den des Kaufmanns Soleiman, welcher sich auf dem persischen Meerbusen im Jahr 851 einschiffte. Diesem Berichte ist angehängt, was Abu-Zeyd-Hassan aus Syra im Farsistan, welcher nie nach Indien oder China ge reist war, von anderen unterrichteten Kaufleuten erfah ren hatte.

‡) Reinaud et Favé du feu grégeois 1845 p. 200

||) Ukert über Marinus Tyrius und Ptolemäus, di Geographen, im Rheinischen Museum für Philologi 1839 S. 329—332; Gildemeister de rebus Indi cis Pars I. 1838 p. 120; Humboldt, Asie central T. II. p. 191.

¶) Die Oriental Geography von Ebn-Haukal welche Sir William Ouseley im Jahr 1800 zu Lon don herausgegeben hat, ist die des Abu-Iskak e Istachri und, wie Frähn erwiesen (Ibn Fozla p. IX, XXII und p. 256—263), ein halbes Jahrhun dert älter als Ebn-Haukal. Die Carten, welche da Buch der Klimate vom Jahr 920 begleiten un von denen die Bibliothek zu Gotha eine schöne Hand schrift besitzt, sind mir sehr nützlich bei meinen Arbeite über das caspische Meer und den Aral-See geworde (Asie centrale T. II. p. 192—196). Wir besitzen vo

Afrikaner), zu nennen. Eine größere Bereicherung hat die Erdkunde nie auf einmal vor den Entdeckungen der Portugiesen und Spanier erhalten. Schon fünfzig Jahre nach dem Tode des Propheten waren die Araber bis an die äußerste westliche Küste von Afrika, bis an den Hafen Asfi, gelangt. Ob später, als die unter dem Namen der Almagrurin bekannten Abenteurer das Mare tenebrosum beschifften, die Inseln der Guanschen von arabischen Schiffen besucht worden sind, wie mir lange wahrscheinlich war, ist neuerdings wieder in Zweifel gezogen worden*). Die große Masse arabischer Münzen, die man in den Ostsee-Ländern und im hohen Norden von Scandinavien vergraben findet, ist nicht der eigenen Schifffahrt, sondern dem weit verbreiteten inneren Handelsverkehr der Araber zuzuschreiben †).

Die Erdkunde blieb nicht auf die Darstellung räumlicher Verhältnisse, auf Breiten- und Längenbestimmungen ‡), wie sie Abul-Hassan vervielfältigt hat, auf Beschreibung von Flußgebieten und Bergketten beschränkt; sie leitete vielmehr das mit der Natur so befreundete Volk auf die organischen Erzeugnisse des Bodens, besonders auf die der Pflanzenwelt. Der Abscheu, welchen die Bekenner des Islams vor anatomischen Untersuchungen hatten, hinderte sie an allen Fortschritten in der Thiergeschichte. Sie begnügten sich für diese mit dem, was sie aus Uebersetzungen des Aristoteles ||) und Galenus sich aneignen konnten;

Istachri seit kurzem eine Ausgabe und eine deutsche Uebersetzung (Liber climatum. Ad similitudinem codicis Gothani delineandum cur. J. H. Moeller. Goth. 1839. Das Buch der Länder. Aus dem Arab. übers. von A. D. Mordtmann. Hamb. 1845).

*) Vergl. Joaquim José da Costa de Macedo, Memoria em que se pretende provar que os Arabes não conhecerão as Canarias antes dos Portuguezes (Lisboa 1844) p. 86—99, 205—227 mit Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. II p. 137—141.

†) Leopold von Ledebur über die in den Baltischen Ländern gefundenen Zeugnisse eines Handelsverkehrs mit dem Orient zur Zeit der arabischen Weltherrschaft (1840) S. 8 und 75.

‡) Die Längenbestimmungen, welche Abul-Hassan Ali aus Marokko, Astronom des 13ten Jahrhunderts, seinem Werke über die astronomischen Instrumente der Araber einverleibt hat, sind alle nach dem ersten Meridian von Arin gerechnet. Herr Sédillot der Sohn richtete zuerst die Aufmerksamkeit der Geographen auf diesen Meridian. Es hat derselbe ebenfalls ein Gegenstand meiner sorgfältigen Untersuchungen werden müssen, da Christoph Columbus, wie immer, von der Imago mundi des Cardinals d'Ailly geleitet, in seinen Phantasien über die Ungleichartigkeit der Erdgestalt in der östlichen und westlichen Hemisphäre einer Isla de Arin erwähnt: centro de el hemispherio del qual habla Toloméo y qués debaxo la linea equinoxial entre el Sino Arabico y aquel de Persia. (Vergl. J. J. Sédillot, Traité des Instruments astronomiques des Arabes, publ. par L. Am. Sédillot, T. I. 1834 p. 312—318 T. II. 1835 Préface mit Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 64 und Asie centrale T. III. p. 593—596, wo die Angaben stehen, welche ich in der Mappa Mundi des Alliacus von 1410, in den Alphonsinischen Tafeln von 1483 und in Madrignano's Itinerarium Portugallensium von 1508 aufgefunden habe. Sonderbar ist es, daß Edrisi nichts von Khobbet Arin (Cancadora, eigentlich Kankder) zu wissen scheint. Sédillot der Sohn (Mémoire sur les systèmes géographiques des Grecs et des Arabes 1842 p. 20–25) setzt den Meridian von Arin in die Gruppe der Azoren, während der gelehrte Commentator des Abulfeda, Herr Reinaud (Mémoire sur l'Inde antérieurement au XIe siècle de l'ère chrétienne, d'après les écrivains Arabes et Persans p. 20—24), annimmt, „daß Arin aus Verwechslung mit azyn, ozein und Odjein, dem Namen eines alten Culturſitzes (nach Burnouf Udjijayani) in Malva, Ὀζήνη des Ptolemäus, entstanden ist. Dies Ozene liege im Meridian von Lanka, und in späterer Zeit sei Arin für eine Insel an der Küste Zanguebar gehalten worden, vielleicht Ἐσσυνον des Ptolemäus." Vergl. auch Am. Sédillot, Mém. sur les Instr. astron. des Arabes 1841 p. 75.

||) Der Chalif Al-Mamun ließ viele kostbare griechische Handschriften in Constantinopel, Armenien, Syrien und Aegypten aufkaufen und unmittelbar aus dem Griechischen in das Arabische übertragen, da früher die arabischen Uebersetzungen sich lange auf syrische Uebersetzungen gründeten (Jourdain, Recherches critiques sur l'âge et sur l'origine des traductions latines d'Aristote 1819 p. 85, 88 und 226). Durch Al-Mamun's Bemühungen wurde daher manches gerettet, was ohne die Araber ganz für uns verloren gegangen wäre. Einen ähnlichen Dienst haben, wie Neumann in München zuerst gezeigt, armenische Uebersetzungen geleistet. Leider läßt eine Notiz des Geschichtsschreibers Geuzi aus Bagdad, die der berühmte Geograph Leo Africanus in einer Schrift de viris inter Arabes illustribus uns erhalten hat, vermuthen, daß zu Bagdad selbst manche griechische Originale, die man für unbrauchbar hielt, verbrannt worden sind; aber die Stelle bezieht sich wohl nicht auf wichtige schon übersetzte Handschriften. Sie ist mehrfacher Erklärung fähig, wie Bernhardy (Grundriß der Griech. Literatur Th. I. S. 489) gegen Heeren's Geschichte der classischen Literatur (Bd. I. S. 135) gezeigt hat. — Die arabischen Uebersetzungen haben allerdings oft zu den lateinischen des Aristoteles gedient (z. B. der 8 Bücher der Physik und der Geschichte der Thiere), doch ist der größere und bessere Theil der lateinischen Uebertragungen unmittelbar aus dem Griechischen gemacht (Jourdain, Rech. crit. sur l'âge des traductions d'Aristote p. 230—236). Diese zwiefache Quelle erkennt man auch in dem denkwürdigen Briefe angegeben, mit welchem Kaiser Friedrich II. von Hohenstaufen im Jahr 1232 seinen Universitäten, besonders der zu Bologna, Uebersetzungen des Aristoteles sandte und anempfahl. Dieser Brief enthält den Ausdruck erhabener Gesinnungen; er beweist, daß es nicht die Liebe zur Naturgeschichte allein war, welche Friedrich II. den Werth der Philosopheme, „compilationes varias quae ab Aristotele aliisque philosophis sub graecis arabicisque vocabulis antiquitus editae sunt," schätzen lehrte. „Wir haben von frühester Ju-

doch ist die Thiergeschichte des Avicenna, welche die königliche Bibliothek zu Paris*) besit
von der des Aristoteles verschieden. Als Botaniker ist Ibn-Baithar aus Malaga†)
nennen, den man wegen seiner Reisen in Griechenland, Persien, Indien und Aegypt
auch als ein Beispiel von dem Streben ansehen kann durch eigene Beobachtungen die E
zeugnisse verschiedener Zonen des Morgen- und Abendlandes mit einander zu vergleiche
Der Ausgangspunkt aller dieser Bestrebungen war aber immer die Arzneimittelkund
durch welche die Araber die christlichen Schulen lange beherrschten und zu deren Ausb
dung Ibn-Sina (Avicenna), auf Affschena bei Bochara gebürtig, Ibn-Roschd (Averroe
aus Cordova, der jüngere Serapion aus Syrien und Mesue aus Maridin am Euphr
alles benutzten, was der arabische Caravanen- und Seehandel darbieten konnten. J
nenne geflissentlich weit von einander entfernte Geburtsörter berühmter arabischer Geleh
ten, weil diese Geburtsörter recht lebhaft daran erinnern, wie das Naturwissen sich du
die eigenthümliche Geistesrichtung des Stammes über einen großen Erdraum erstreckte,
durch gleichzeitige Thätigkeit sich der Kreis der Ansichten erweitert hatte.

In diesen Kreis wurde auch das Wissen eines älteren Culturvolkes, das der Ind
gezogen, da unter dem Chalifate von Al-Raschid mehrere wichtige Werke, wahrscheinl
die unter den halb fabelhaften Namen des Tscharaka und Susruta‡) bekannten, a
dem Sanskrit in das Arabische übersetzt wurden. Avicenna, ein vielumfassender Geist, d
man oft mit Albert dem Großen verglichen, giebt in seiner *Materia medica* selbst ein
recht auffallenden Beweis dieses Einflusses indischer Literatur. Er kennt, wie der geleh
Royle bemerkt, die Deodvara-Ceder||) der schneebedeckten, gewiß im 11ten Jahrhund
von keinem Araber besuchten Himalaya-Alpen unter ihrem wahren Sanskritnamen u
hält sie für einen hohen Wachholder-Baum, eine Juniperus-Art, welche zu Terpenti
benutzt wird. Die Söhne von Averroes lebten am Hofe des großen Hohenstaufen, Fri
rich II., der einen Theil seiner naturhistorischen Kenntniß indischer Thiere und Pflan
dem Verkehr mit arabischen Gelehrten und sprachkundigen spanischen Juden¶) verdan
Der Chalife Abdurrahman I. legte selbst einen botanischen Garten bei Cordova an**

---

gend an der Wissenschaft nachgestrebt, wenn gleich die Sorgen der Regierung uns von ihr abgezogen haben; wir verwendeten unsere Zeit mit freudigem Ernste zum Lesen trefflicher Werke, damit die Seele sich aufhelle und kräftige durch Erwerbungen, ohne welche das Leben des Menschen der Regel und der Freiheit entbehrt (ut animae clarius vigeat instrumentum in acquisitione scientiae, sine qua mortalium vita non regitur liberaliter). Libros ipsos tamquam praemium amici Caesaris gratulanter accipite, et ipsos antiquis philosophorum operibus, qui vocis vestrae ministerio reviviscunt, aggregantes in auditorio vestro ...... (Vergl. Jourdain p. 169—178 und Friedrichs von Raumer vortreffliche Geschichte der Hohenstaufen Bd. III. 1841 S. 413.) Die Araber sind vermittelnd zwischen dem alten und neuen Wissen aufgetreten. Ohne sie und ihre Uebersetzungslust wäre den folgenden Jahrhunderten ein großer Theil von dem verloren gegangen, was die griechische Welt geschaffen oder sich angeeignet hatte. Nach dieser Ansicht haben die hier berührten, scheinbar blos linguistischen Verhältnisse ein allgemeines kosmisches Interesse.

*) Von der Uebersetzung der Aristotelischen Historia animalium durch Michael Scotus und von einer ähnlichen Arbeit des Avicenna (Handschrift der Pariser Bibliothek No. 6493) handeln Jourdain, Traductions d'Aristote p. 135—138, und Schneider, Adnot. ad Aristotelis de animalibus hist. lib. IX cap. 15.

†) Ueber Ibn-Baithar s. Sprengel, Gesch. der Arzneikunde Th. II. (1823) S. 468 und Royle on the Antiquity of Hindoo Medicine p. 28. Eine deutsche *Uebersetzung des Ibn-Baithar* besitzen wir (seit *1840, unter dem Titel*: Große Zusammenstellung über die Kräfte der bekannten einfachen Heil- und N
rungsmittel. Aus dem Arab. übers. von J. v. Son
heimer. 2 Bände.

‡) Royle p. 35—65. Susruta, Sohn des
vamitra, wird nach Wilson für einen Zeitgenossen
Rama ausgegeben. Von seinem Werke haben wir
Sanskrit-Ausgabe (The Sus'ruta, or system of me
cine, taught by Dhanwantari, and composed by
disciple Susruta. Ed. by Sri Madhusúdana Gu
Vol. I. II. Calcutta 1835, 1836) und eine latein
Uebersetzung: Sus'rutas. A'yurvédas. Id est *Med
nae systema*, a venerabili D'hanvantare demons
tum, a Sus'ruta discipulo compositum. Nunc pr
Sanskrita in Latinum sermonem vertit Franc H
ler. Erlangae 1844, 1847, 2 Bände.

||) „Deiudar (deodar) aus dem Geschlechte des
hel (juniperus); auch indische Tanne, welche eine
gene Milch, syr deiudar (flüssigen Terpentin), gie
sagt Avicenna.

¶) Spanische Juden aus Cordova brachten die
ren des Avicenna nach Montpellier und trugen am
sten zur Stiftung dieser berühmten medicinischen S
bei, die, nach arabischen Mustern gebildet, schon in
12te Jahrhundert fällt. (Cuvier, Hist. des sc
ces naturelles T. I. p. 387.)

**) Ueber die Gartenanlagen in dem Pallast von
Rasah, welchen Abdurrahman Ibn-Moawijeh erb
s. History of the Mohammedan-Dynasties in Sp
extracted from Ahmed Ibn Mohammed Al-Mak
by Pascual de Gayangos Vol. I. 1840 p. 209—
„En su Huerta plantó el Rey Abdurrahman
palma que era entonces (756) unica, y de ella
cogiéron todas las que hay en España. La vist
arbol acrecentaba mas que templaba su melanco

und ließ durch eigene Reisende in Syrien und andern asiatischen Ländern seltene Sämereien sammeln. Er pflanzte bei dem Pallaste der Rißafah die erste Dattelpalme, die er in einem Gedichte voll schwermüthiger Sehnsucht nach seiner Heimath Damascus besang.

Der wichtigste Einfluß aber, den die Araber auf das allgemeine Naturwissen ausgeübt haben, ist der gewesen, welcher auf die Fortschritte der Chemie gerichtet war. Mit den Arabern fing gleichsam ein neues Zeitalter für diese Wissenschaft an. Allerdings waren bei ihnen alchymistische und neuplatonische Phantasien mit der Chemie eben so verschwistert wie Astrologie mit der Sternkunde. Die Bedürfnisse der Pharmacie und die gleich dringenden der technischen Künste leiteten zu Entdeckungen, welche von den alchymistisch-metallurgischen Bestrebungen bald absichtlich, bald durch glückliche Zufälle begünstigt wurden. Die Arbeiten von Geber oder vielmehr Djaber (Abu-Mußah Dschafar al-Kufi) und die viel späteren des Razes (Abu-Bekr Arrasi) sind von den wichtigsten Folgen gewesen. Die Bereitung von Schwefel- und Salpetersäure *), von Königswasser, Quecksilber-Präparaten und anderen Metalloxyden, die Kenntniß des alkoholischen †) Gährungsprocesses bezeichnen diese Epoche. Die erste wissenschaftliche Begründung und die Fortschritte der Chemie sind für die Geschichte der Weltanschauung um so wichtiger, als nun zuerst die Heterogeneität der Stoffe und die Natur von Kräften erkannt wurden, die sich nicht durch Bewegung sichtbar verkündigen und neben der pythagoreisch-platonischen „Vollkommenheit" der Form auch der Mischung Geltung verschafften. Unterschiede der Form und Mischung sind aber die Elemente unseres ganzen Wissens von der Materie, die Abstractionen, unter denen wir glauben das allbewegte Weltganze zu erfassen, messend und zersetzend zugleich.

Was die arabischen Chemiker mögen aus ihrer Bekanntschaft mit der indischen Literatur (den Schriften über das Rasayana ‡), aus den uralten technischen Künsten der Aegypter, aus den neuen alchymistischen Vorschriften des Pseudo-Democritus und des Sophisten Synesius, oder gar aus chinesischen Quellen durch Vermittelung der Mongolen geschöpft haben: ist für jetzt schwer zu entscheiden. Nach den neuesten sehr sorgfältigen Untersuchungen eines berühmten Orientalisten, Herrn Reinaud, darf wenigstens die Erfindung des Schießpulvers ||) und dessen Anwendung zur Fortschleuderung von hohlen Projectilen nicht den Arabern zugeschrieben werden. Hassan Al-Rammah, welcher zwischen 1285 und 1295 schrieb, kannte diese Anwendung nicht, während daß bereits im zwölften Jahrhundert, also fast 200 Jahre vor Berthold Schwarz, im Rammelsberge am Harz eine Art Schieß-

---

(Antonio Conde, Hist. de la dominacion de los Arabes en Espana T. I. p. 169.)

*) Die Bereitung der Salpetersäure und des Königswassers von Djaber (eigentlich Abu-Mußah Dschafar) ist über 500 Jahre älter als Albert der Große und Raymund Lullus, ja fast 700 Jahre älter als der Erfurter Mönch Basilius Valentinus. Doch wurde lange diesen dreien die Epoche machende Entdeckung jener zerlegenden (aufschließenden) Säuren zugeschrieben.

†) Ueber die Vorschrift des Razes zur Weingährung von Amylum und Zucker und zur Destillation des Alkohols s. Hoefer, Hist. de la Chimie T. I. p. 325. Wenn auch Alexander von Aphrodisias (Joannis Philoponi Grammatici in libr. de generatione et interitu Comm. Venet. 1527 p. 97) eigentlich nur die Destillation des Seewassers umständlich beschreibt, so erinnert er doch schon daran, daß auch Wein destillirt werden könne. Diese Behauptung ist um so merkwürdiger, als Aristoteles die irrige Meinung vorträgt, durch natürliche Verdunstung steige aus dem Wein nur süßes Wasser auf (Meteorol. II. 3 p. 358 Bekker), wie aus dem Salzwasser des Meeres.

‡) Die Chemie der Inder, die alchymistischen Künste umfassend, heißt rasâyana (rasa, Saft, Flüssiges, auch Quecksilber, und âyana, Gang) und bildet nach Wilson die siebente Abtheilung des Ayur-Veda, der Wissenschaft des Lebens oder der Lebensverlängerung (Royle, Hindoo Medicine p. 39—48). Die Inder kennen seit der ältesten Zeit (Royle p. 131) die Anwendung der Beizen bei der Calico- oder Kattun-Druckerei, einer ägyptischen Kunst, die man bei Plinius lib. XXXV cap. 11 no. 150 auf das deutlichste beschrieben findet. Der Name Chemie für Scheidekunst bezeichnet wörtlich ägyptische Kunst, Kunst des schwarzen Landes; denn schon Plutarch wußte (de Iside et Osir. cap. 33), daß die Aegypter ihr Land wegen der schwarzen Erde Χημία nannten." Die Inschrift von Rosette hat Chmi. Das Wort Chemie, auf Scheidekunst angewandt, finde ich zuerst in dem Decrete des Diocletian „gegen die alten Schriften der Aegypter, welche von der Chemie des Goldes und Silbers handeln περὶ χημίας ἀργύρου καὶ χρυσοῦ"; vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie et de l'Astronomie nautique T. II. p. 314.

||) Reinaud et Favé du feu grégeois, des feux de guerre et des origines de la poudre à canon, in ihrer Histoire de l'Artillerie T. I. 1845 pag. 89—97, 201 und 211; Piobert, Traité d'Artillerie 1836 p. 25; Beckmann, Technologie S. 342.

pulver zur Sprengung des Gesteins gebraucht wurde. Auch die Erfindung eines **Luftthe**
mometers wird nach einer Angabe des Sanctorius dem Avicenna zugeschrieben; aber di
Angabe ist sehr dunkel, und es verflossen noch sechs volle Jahrhunderte, bis Galilei, Corneli
Drebbel und die Academia del Cimento durch die Begründung einer genauen **Wärm**
messung ein großartiges Mittel verschafften in eine Welt unbekannter Erscheinung
einzudringen, den **kosmischen Zusammenhang** von Wirkungen im Luftkreise, in d
über einander gelagerten Meeresschichten und in dem Inneren der Erde zu begreifen, E
scheinungen, deren Regelmäßigkeit und Periodicität Erstaunen erregt. Unter den Fo
schritten, welche die Physik den Arabern verdankt, darf man nur Alhazen's Arbeit über
Strahlenbrechung, vielleicht theilweise der Optik des Ptolemäus entlehnt, und die Kenn
niß und erste Anwendung des Pendels als Zeitmessers*) durch den großen Astronom
Ebn-Junis erwähnen.

Wenn auch die Reinheit und dabei so selten gestörte Durchsichtigkeit des arabischen Hi
mels das Volk bereits in dem Zustand der frühesten Uncultur in seiner Heimath auf
Bewegung der Gestirne besonders aufmerksam gemacht hatte (neben dem Sterndienst
Jupiter unter den Lachmiten finden wir, bei dem Stamm der Asediten, selbst die Heiligu
eines sonnennahen, seltener sichtbaren Planeten, des **Merkur**), so ist die so ausgezeichn
wissenschaftliche Thätigkeit der gebildeten Araber in allen Theilen der praktischen Astro
mie doch wohl mehr chaldäischen und indischen Einflüssen zuzuschreiben. Zustände
Atmosphäre begünstigen nur, was durch geistige Anlagen und den Verkehr mit gebildete
Nachbarvölkern bei hochbegabten Stämmen hervorgerufen wird. Wie viele regenlose G

---

*) **Laplace**, Précis de l'hist. de l'Astronomie 1821 p. 60 und Am. **Sédillot**, Mémoire sur les Instrum. astr. des Arabes 1841 p. 44. Auch Thomas **Young** (Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts 1807 Vol. I. p. 191) zweifelt nicht daran, daß Ebn-Junis am Ende des zehnten Jahrhunderts das Pendel zur Zeitbestimmung angewandt hat; aber die Verbindung des Pendels mit Räderwerk schreibt er erst dem Sanctorius (1612, also 44 Jahre vor Huygens) zu. Von der überaus künstlichen Uhr, die unter den Geschenken sich befand, welche Harun Al-Raschid, oder vielmehr der Chalif Abdallah, aus Persien dem Kaiser Carl dem Großen zwei Jahrhunderte früher (807) nach Aachen schickte, sagt Eginhard bestimmt, daß sie durch Wasser bewegt wurde (Horologium ex aurichalco arte mechanica mirifice compositum, in quo duodecim horarum cursus ad clepsidram vertebatur); Einhardi Annales in **Pertz** Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 195. Vergl. H. **Mutius** de Germanorum origine, gestis etc. Chronic. lib. VIII p. 57, in Pistorii Germanicorum scriptorum T. II. Francof. 1584; **Bouquet**, Recueil des Historiens des Gaules T. V. p. 333 und 354. Die Stunden wurden angegeben durch das tönende Herabfallen kleiner Kugeln, wie durch das Hervortreten von kleinen Reitern aus eben so vielen sich öffnenden Thüren. Die Art, wie das Wasser in solchen Uhren wirkte, mag wohl bei Chaldäern, die „die Zeit wogen" (durch das Gewicht der Flüssigkeit bestimmten), bei Griechen und Indern in den Klepsydren sehr verschieden gewesen sein; denn des Ktesibius hydraulisches Uhrwerk (unter Ptolemäus Evergetes II.), welches das ganze Jahr hindurch zu Alexandria die bürgerlichen Stunden angab, kommt nach **Ideler** (Handbuch der Chronologie 1825 Bd. I. S. 231 nie unter der gemeinen Benennung κλεψύδρα vor. Nach Vitruvs Beschreibung (lib. IX cap. 4) war es eine wirkliche astronomische Uhr, ein horologium ex aqua) eine sehr zusammengesetzte machina hydraulica, durch gezähnte Räder (versatilis tympani denticuli aequales alius alium impellentes) wirkend. Es ist also nicht unwahrscheinlich, daß die Araber, mit dem bekannt, was unter der römischen Weltherrschaft sich von verbesserten mechanischen Vorrichtungen verbr hatte, eine hydraulische Uhr mit **Räderwerk** (ty pana, quae nonnulli rotas appellant, Graeci au περίτροχα, **Vitruv**. X, 4) zu Stande gebracht hab Doch äußert noch **Leibnitz** (Annales Imperii o dentis Brunsvicenses ed. **Pertz** T. I. 1843 p. 2 seine Verwunderung über die Construction der Uhr Harun Al-Raschid. **Abd-Allatif**, trad. par S vestre de Sacy p. 578.) — Viel merkwürdiger ist das Kunstwerk gewesen, welches der Sultan von Aeg ten 1232 dem Kaiser Friedrich II. schickte. Es war großes Zelt, in dem Sonne und Mond, durch künst Vorrichtungen bewegt, auf- und untergingen und richtigen Zwischenräumen die Stunden des Tags der Nacht zeigten. In den Annales Godefridi mona S. Pantaleonis apud Coloniam Agrippinam heißt tentorium, in quo imagines Solis et Lunae artif liter motae cursum suum certis et debitis spaciis agrant et horas diei et noctis infallibiliter indic (Frehori rerum germanicarum scriptores T. I. gentor. 1717 p. 398). Der Mönch Godefridus, wer sonst in der vielleicht von mehreren Verfassern rührenden und für das Kloster St. Pantaleon in eingerichteten Chronik (s. **Böhmer**, Fontes rerum manicarum Bd. II. 1845 S. XXXIV—XXXV diese Jahre behandelt hat, lebte zur Zeit des großen sers Friedrichs II. selbst. Der Kaiser ließ das Ku werk, dessen Werth auf 20000 Mark angegeben wu in Venusium bei anderen Schätzen bewahren (Fried **Raumer**, Gesch. der Hohenstaufen Bd. III. S. 4 Daß, wie oft behauptet wird, das ganze Zelt sich das Himmelsgewölbe bewegt habe, ist mir sehr unw scheinlich. In der Chronica Monasterii Hirsaug sis, die **Trithemius** herausgegeben, ist die Stell Annales Godefridi fast nur wiederholt (Joh. Tri mii Opera historica P. II. Francof. 1601 p. 1 ohne daß man über die mechanische Vorrichtung be würde. **Reinaud** sagt, die Bewegung sei ge „par des ressorts cachés" (Extraits des Histor Arabes relatifs aux guerres des Croisades. 1 p. 435).

genden des tropischen Amerika (Cumana, Coro, Payta) haben eine noch durchsichtigere Luft als Aegypten, Arabien und Bochara! Das tropische Klima, die ewige Heiterkeit des in Sternen und Nebelflecken prangenden Himmelsgewölbes wirken überall auf das Gemüth; doch folgereich, d. h. zu Ideen führend, zur Arbeit des Menschengeistes in Entwickelung mathematischer Gedanken, regen sie nur da an, wo andere, vom Klima ganz unabhängige, innere und äußere Antriebe einen Völkerstamm bewegen, wo z. B. die genaue Zeiteintheilung zur Befriedigung religiöser oder agronomischer Bedürfnisse eine Nothwendigkeit des geselligen Zustandes wird. Bei rechnenden Handelsvölkern (Phöniciern), bei construirenden, baulustigen, feldmessenden Nationen (Chaldäern und Aegyptern) werden früh empirische Regeln der Arithmetik und der Geometrie aufgefunden; aber alles dies kann nur die Entstehung mathematischer und astronomischer Wissenschaft vorbereiten. Erst bei höherer Cultur wird gesetzliche Regelmäßigkeit der Veränderungen am Himmel in den irdischen Erscheinungen wie reflectirt erkannt, auch in letzteren, laut dem Ausspruch unseres großen Dichters, nach dem „ruhenden Pole" geforscht. Die Ueberzeugung von dem Gesetzmäßigen in der Planetenbewegung hat unter allen Klimaten am meisten dazu beigetragen in dem wogenden Luftmeere, in den Oscillationen des Oceans, in dem periodischen Gange der Magnetnadel, in der Vertheilung des Organismus auf der Erdfläche Gesetz und Ordnung zu suchen.

Die Araber erhielten indische Planetentafeln*) schon am Ende des achten Jahrhunderts. Wir haben bereits oben erinnert, daß der Susruta, der uralte Inbegriff aller medicinischen Kenntnisse der Inder, von Gelehrten übersetzt wurde, welche zu dem Hofe des Chalifen Harun Al-Raschid gehörten: ein Beweis, wie sehr die Sanskrit-Literatur früh Eingang gefunden hatte. Der arabische Mathematiker Albyruni ging selbst nach Indien, um dort Astronomie zu studiren. Seine Schriften, die erst neuerlichst zugänglich geworden sind, beweisen, wie genau er das Land, die Traditionen und das vielumfassende Wissen der Inder kannte†).

Aber die arabischen Astronomen, so viel sie den früher civilisirten Völkern, vorzüglich den indischen und alexandrinischen Schulen, verdankten, haben doch auch, bei ihrem eigenthümlichen praktischen Sinne, durch die große Zahl und die Richtung ihrer Beobachtungen, durch die Vervollkommnung der winkelmessenden Instrumente, durch das eifrigste Bestreben, die älteren Tafeln bei sorgfältiger Vergleichung mit dem Himmel zu verbessern, das Gebiet der Astronomie ansehnlich erweitert. In dem siebenten Buche von dem Almagest des Abul-Wefa hat Sédillot die wichtige Störung der Länge des Mondes erkannt, welche in den Syzygien und Quadraturen verschwindet, ihren größten Werth in den Octanten hat und bisher unter dem Namen der Variation lange für Tycho's Entdeckung gehalten wurde‡). Die Beobachtungen von Ebn-Junis in Cairo sind für die Störungen und secularen Bahnänderungen der beiden größten Planeten, Jupiter und Saturn, besonders wichtig geworden||). Eine Gradmessung, welche der Chalif Al-Mamun in der großen Ebene

*) Ueber die indischen Tafeln, welche Alphazari und Alforesmi ins Arabische übersetzt haben, s. Chasles, Recherches sur l'Astronomie indienne in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 846—850. Die Substitution der Sinus für die Bögen, welche man gewöhnlich dem Albategnius im Anfang des zehnten Jahrhunderts zuschreibt, gehört ursprünglich auch den Indern; Sinustafeln finden sich schon in dem Surya-Siddhanta.

†) Reinaud, Fragments arabes relatifs a l'Inde p. XII—XVII, 96—126, und besonders 135—160. Albyruni's eigentlicher Name war Abul-Ryhan. Er war gebürtig aus Byrun im Indus-Thale, war ein Freund des Avicenna und lebte mit ihm in der arabischen Akademie, die sich im Charezm gebildet hatte. Sein Aufenthalt in Indien wie die Abfassung seiner Geschichte von Indien (Tarikhi-Hind), aus welcher Reinaud die merkwürdigsten Bruchstücke bekannt gemacht, fallen in die Jahre 1030—1032.

‡) Sédillot, Matériaux pour servir a l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux T. I. p. 50—89; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. II. 1836 p. 202, T. XVII. 1843 p. 163—173, T. XX. 1845 p. 1308. Gegen diese Meinung behauptet Herr Biot, daß die schöne Entdeckung des Tycho dem Abul-Wefa keineswegs gehöre, daß dieser nicht die variation, sondern nur den zweiten Theil der évection gekannt habe; s. Journal des Savants 1843 p. 513—532, 609—626, 719—737; 1845 p. 146—166, und Comptes rendus T. XX. 1845 p. 1319—1323.

||) Laplace, Expos. du Système du Monde note V p. 407.

von Sindschar zwischen Tadmor und Rakka durch Beobachter ausführen ließ, deren Nam
uns Ebn-Junis erhalten hat, ist minder wichtig durch ihr Resultat als durch das Zeugn
geworden, das sie uns von der wissenschaftlichen Bildung des arabischen Menschenstamm
gewährt.

Als der Abglanz einer solchen Bildung müssen betrachtet werden: im Westen, im chri
lichen Spanien, der astronomische Congreß zu Toledo unter Alfons von Castilien, auf de
der Rabbiner Isaac Ebn Sid Hazan die Hauptrolle spielte; im fernen Osten die von I
schan Holagu, dem Enkel des Weltstürmers Dschingischan, auf einem Berge bei Merag
mit vielen Instrumenten ausgerüstete Sternwarte, in welcher Naßir-Eddin aus Tus
Chorasan seine Beobachtungen anstellte. Diese Einzelheiten verdienen in der Geschich
der Weltanschauung in so fern Erwähnung, als sie lebhaft daran erinnern, wie die E
scheinung der Araber vermittelnd in weiten Räumen auf Verbreitung des Wissens u
Anhäufung der numerischen Resultate gewirkt hat: Resultate, die in der großen Epo
von Kepler und Tycho wesentlich zur Begründung der theoretischen Sternkunde und ein
richtigen Ansicht von den Bewegungen im Himmelsraume beigetragen haben. Das Lic
welches in dem von tartarischen Völkern bewohnten Asien angezündet war, verbreitete s
im 15ten Jahrhundert weiter in Westen bis Samarkand, wo der Timuride Ulugh Be
neben der Sternwarte ein Gymnasium nach Art des alexandrinischen Museums stiftete u
einen Sterncatalog anfertigen ließ, der sich ganz auf neue und eigene Beobachtung
gründete *).

Nach dem Lobe, welches hier dem Naturwissen der Araber in beiden Sphären, der Er
räume und des Himmels, gezollt worden ist, haben wir auch an das zu erinnern, was s
auf den einsamen Wegen der Gedankenentwickelung, dem Schatze des reinen mathem
tischen Wissens hinzufügten. Nach den neuesten Arbeiten, welche in England, Frankre
und Deutschland †) über die Geschichte der Mathematik unternommen worden sind, ist d
Algebra der Araber „wie aus zwei lange von einander unabhängig fließenden Strömen
einem indischen und einem griechischen, ursprünglich entstanden." Das Compendium d
Algebra, welches auf Befehl des Chalifen Al-Mamun der arabische Mathematiker M
hammed Ben-Musa (der Chowarezmier) verfaßte, gründet sich, wie mein so früh dahing
schiedener gelehrter Freund Friedrich Rosen erwiesen hat ‡), nicht auf Diophantus, sonde
auf indisches Wissen; ja schon unter Almansor am Ende des achten Jahrhunderts war
indische Astronomen an den glänzenden Hof der Abbassiden berufen. Diophantus wu
nach Casiri und Colebrooke erst gegen das Ende des zehnten Jahrhunderts von Abul-W
Buzjani ins Arabische übersetzt. Was bei den alten indischen Algebristen soll vermißt w
den, die von Satz zu Satz fortschreitende Begründung des Erlangten, hatten die Ara
der alexandrinischen Schule zu verdanken. Ein so schönes von ihnen vermehrtes Erbth
ging im zwölften Jahrhunderte durch Johannes Hispalensis und Gerhard von Cremo
in die europäische Literatur des Mittelalters über ||). „In den algebraischen Werken d
Inder findet sich die allgemeine Lösung der unbestimmten Gleichungen des ersten Gra
und eine weiter ausgebildete Behandlung derer des zweiten, als in den auf uns geko

---

*) Ueber die Sternwarte von Meragha s. Delambre, Histoire de l'Astronomie du moyen âge p. 198–203, und Am. Sédillot, Mém. sur les Instr. arabes 1841 p. 201—205, wo der Gnomon mit cirkelrunder Oeffnung beschrieben wird; über das Eigenthümliche des Sterncatalogs von Ulugh Beig s. J. J. Sédillot, Traité des Instruments astronomiques des Arabes 1834 p. 4.

†) Colebrooke, Algebra with Arithmetic and Mensuration, from the Sanscrit of Brahmegupta and Bhascara. Lond. 1817; Chasles, Aperçu historique sur l'origine et le développement des méthodes en Géométrie 1837 p. 416—502; Nesselmann, Versuch einer kritischen Geschichte der Algeb
Th. I. S. 30—61, 273—276, 302—306.

‡) Algebra of Mohammed ben Musa, edited a
translated by F. Rosen, 1831 p. VIII, 72 und 19
199. Auch nach China verbreiteten sich gegen das J
720 die mathematischen Kenntnisse der Inder: abe
einer Zeit, wo schon viele Araber in Canton und in a
deren chinesischen Städten angesiedelt waren; Re
aud, Relation des voyages faits par les Ara
dans l'Inde et a la Chine T. I. p. CIX, T. II. p.

||) Chasles, Histoire de l'Algèbre in den Co
tes rendus T. XIII. 1841 p. 497—524, 601—6
vergl. auch Libri eben daselbst p. 559—563.

menen Schriften der Alexandriner; es unterliegt daher keinem Zweifel, daß, wären die Werke der Inder zwei Jahrhunderte früher und nicht erst in unseren Tagen den Europäern bekannt geworden, sie auf die Entwickelung der modernen Analysis fördernd hätten einwirken müssen."

Auf demselben Wege und durch dieselben Verhältnisse, welche den Arabern die Kenntniß der indischen Algebra zuführten, erhielten diese auch in Persien und am Euphrat die indischen Zahlzeichen im neunten Jahrhundert. Perser waren damals als Zollbediente am Indus angestellt, und der Gebrauch der indischen Zahlen hatte sich allgemein in die Zollämter der Araber im nördlichen Afrika (den Küsten von Sicilien gegenüber) verpflanzt. Dennoch machen die wichtigen und überaus gründlichen historischen Untersuchungen, zu welchen ein ausgezeichneter Mathematiker, Herr Chasles, durch seine richtige Interpretation der sogenannten pythagorischen Tafel in der Geometrie des Boethius veranlaßt worden ist*), es mehr als wahrscheinlich, daß die Christen im Abendlande selbst früher als die Araber mit den indischen Zahlen vertraut waren und daß sie unter dem Namen des Systems des Abacus den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten.

Es ist hier nicht der Ort diesen Gegenstand, welcher mich schon früher (1819 und 1829) in zwei, der Académie des Inscriptions zu Paris und der Akademie der Wissenschaften zu Berlin vorgelegten Abhandlungen beschäftigt hat†), näher zu erläutern; aber bei einem

---

*) Chasles, Aperçu historique des méthodes en Géométrie 1837 p. 464—472; derselbe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. VIII. 1839 p. 78, T. IX, 1839 p. 449, T. XVI. 1843 p. 156—173 und 218—246, T. XVII. 1843 p. 143—154.

†) Humboldt über die bei verschiedenen Völkern üblichen Systeme von Zahlzeichen und über den Ursprung des Stellenwerthes in den indischen Zahlen, in Crelle's Journal für die reine und angewandte Mathematik Bd. IV. (1829) S. 205—231; vergl. auch mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV, p. 275. „In der einfachen Herzählung der verschiedenen Methoden, welche Völker, denen die indische Positions-Arithmetik unbekannt war, angewandt haben, um die multipla der Fundamentalgruppen auszudrücken, liegt, glaube ich, die Erklärung von der allmäligen Entstehung des indischen Systems. Wenn man die Zahl 3568 perpendicular oder horizontal durch Hülfe von Indicatoren ausdrückt, welche den verschiedenen Abtheilungen des Abacus entsprechen (also $\overset{3}{M}\overset{5}{C}\overset{6}{X}\overset{8}{I}$), so erkennt man leicht, daß die Gruppenzeichen (M, C . . .) weggelassen werden können. Unsere indische Zahlen sind aber nichts anderes als jene Indicatoren; sie sind Multiplicatoren der verschiedenen Gruppen. An diese alleinige Bezeichnung durch Indicatoren erinnert auch der alt-asiatische Suanpan (die Rechenmaschine, welche die Mongolen in Rußland eingeführt haben) mit auf einander folgenden Reihen von Schnüren der Tausende, Hunderte, Zehner und Einheiten. Diese Schnüre würden bei dem eben angeführten numerischen Beispiele 3, 5, 6 und 8 Kugeln darbieten. Im Suanpan ist kein Gruppenzeichen sichtbar; die Gruppenzeichen sind die Stellen selbst, und diese Stellen (Schnüre) werden mit Einheiten (3, 5, 6 und 8), als Multiplicatoren oder Indicatoren, angefüllt. Auf beiden Wegen, dem der figurativen (schreibenden) und dem der palpablen (betastenden) Arithmetik, gelangt man demnach zur Position, zum Stellenwerth, zum einfachen Gebrauch von neun Zahlen. Ist die Schnur leer, so bleibt die Stelle im Schreiben offen; fehlt eine Gruppe (ein Glied der Progression), so wird graphisch die Leere durch die Hieroglyphen der Leere (sûnya, sifron, tzüphra) ausgefüllt. In der Methode des Eutocius finde ich bei der Gruppe der Myriaden die erste Spur des für den Orient so wichtigen Exponential-, oder vielmehr Indications-Systems, unter den Griechen. Mα, Mβ, Mγ bezeichnen 10000, 20000, 30000. Was hier bei den Myriaden allein angewandt wird, geht bei den Chinesen und den Japanesen, die ihre Cultur von den Chinesen erst 200 Jahre vor unserer Zeitrechnung erhielten, durch alle multipla der Gruppen hindurch. Im Gobar, der arabischen Staubschrift, welche von meinem verewigten Freunde und Lehrer Silvestre de Sacy in einem Manuscript aus der Bibliothek der alten Abtei St. Germain des Prés entdeckt worden ist, sind die Gruppenzeichen Punkte, also Nullen; denn in Indien, Tübet und Persien sind Nullen und Punkte identisch. Man schreibt im Gobar 3· statt 30; 4·· statt 400; 6.·. statt 6000. Die indischen Zahlen und die Kenntniß des Stellenwerths muß neuer sein als die Trennung der Inder und der Arier, denn das Zendvolk bediente sich der unbehülflichen Pehlwi-Zahlen. Für eine successive Vervollkommnung der Zahlenbezeichnung in Indien scheinen mir besonders die Tamul-Ziffern zu sprechen, welche durch neun Zeichen der Einheiten und durch besondere Gruppenzeichen für 10, 100 und 1000 alle Werthe mittelst links zugefügter Multiplicatoren ausdrücken. Für eine solche allmälige Vervollkommnung sprechen auch die sonderbaren ἀριθμοὶ ἰνδικοί in einem vom Prof. Brandis in der Pariser Bibliothek aufgefundenen und mir gütigst zur Bekanntmachung mitgetheilten Scholion des Mönches Neophytos. Die neun Ziffern des Neophytos sind, außer der 4, ganz den jetzigen persischen ähnlich; aber diese neun Einheiten werden 10fach, 100fach, 1000fach dadurch erhöht, daß man ein oder zwei oder drei Nullzeichen darüberschreibt: gleichsam wie $\overset{\circ}{2}$ für zwanzig, $\overset{\circ}{2}4$ für vier und zwanzig, also durch Juxtaposition; $\overset{\circ\circ}{5}$ für fünf hundert, $\overset{\circ\circ}{3}6$ für dreihundert und sechs. Denken wir uns statt der Null bloß Punkte, so haben wir die arabische Staubschrift, Gobar. So wie nach der oftmaligen Aeußerung meines Bruders, Wilhelms von Humboldt, das Sanskrit sehr unbestimmt durch die Benennungen indische und alt-indische Sprache bezeichnet wird, da es auf der indischen Halbinsel mehrere sehr alte, vom Sanskrit gar nicht abstammende Sprachen giebt, so ist auch der Ausdruck: indische, alt-indische Ziffern im allgemeinen sehr unbestimmt; und eine solche Unbestimmtheit bezieht sich sowohl auf die Gestaltung der Zahlzeichen als auf den Geist der Methoden, der sich ausspricht bald durch bloße Beifügung (Juxtaposition) bald durch Coefficienten und Indicatoren, bald durch eigentlichen Stellenwerth. Selbst die

historischen Probleme, über das noch viel zu entdecken übrig ist, entsteht die Frage: ob auch der Stellenwerth, der sinnreiche Kunstgriff der Position, welcher schon im tuscischen Abacus wie im Suanpan von Inner-Asien hervortritt, zweimal abgesondert, im Orient und Occident, erfunden worden ist; oder ob durch die Richtung des Welthandels unter den Lagiden das System des Stellenwerthes von der indischen westlichen Halbinsel aus nach Alexandrien verpflanzt und in der Erneuerung der Träumereien der Pythagoreer für eine Erfindung des ersten Stifters des Bundes ausgegeben worden ist. An die bloße Möglichkeit uralter, uns völlig unbekannter Verbindungen vor der 60ten Olympiade ist wohl nicht zu erinnern. Warum sollten in dem Gefühl ähnlicher Bedürfnisse dieselben Ideenverbindungen sich nicht bei hochbegabten Völkern verschiedenen Stammes abgesondert dargeboten haben?

Wie nun die Algebra der Araber durch das, was dies morgenländische Volk von Griechen und Indern aufgenommen und selbst geschaffen, trotz einer großen Dürftigkeit in der symbolischen Bezeichnung, wohlthätig auf die glänzende Periode der italiänischen Mathematiker des Mittelalters gewirkt hat, so bleibt auch den Arabern das Verdienst, von Bagdad bis Cordova durch ihre Schriften und ihren ausgebreiteten Handelsverkehr den Gebrauch des indischen Zahlensystems beschleunigt zu haben. Beide Wirkungen, die gleichzeitige Verbreitung der Wissenschaft und der numerischen Zeichen mit Stellenwerth, haben verschiedenartig, aber mächtig, die Fortschritte des mathematischen Theils des Naturwissens befördert, den Zugang zu entlegenen Regionen in der Astronomie, in der Optik, in der physischen Erdkunde, in der Wärmelehre, in der Theorie des Magnetismus erleichtert, welche ohne jene Hülfsmittel uneröffnet geblieben wären.

Man hat mehrmals in der Völkergeschichte die Frage aufgeworfen, welche Folge die Weltbegebenheiten würden gehabt haben, wenn Carthago Rom besiegt und das europäische Abendland beherrscht hätte. „Man kann mit gleichem Rechte fragen," sagt Wilhelm von Humboldt *), „in welchem Zustande sich unsere heutige Cultur befinden würde, wenn die Araber, wie sie es eine lange Zeit hindurch waren, im alleinigen Besitz der Wissenschaft geblieben wären und sich über das Abendland dauernd verbreitet hätten? Ein weniger günstiger Erfolg scheint mir in beiden Fällen nicht zweifelhaft. Derselben Ursache, welche die römische Weltherrschaft hervorbrachte, dem römischen Geist und Charakter, nicht äußeren, mehr zufälligen Schicksalen, verdanken wir den Einfluß der Römer auf unsere bürgerlichen Einrichtungen, auf unsere Gesetze, Sprache und Cultur. Durch diesen wohlthätigen Einfluß und durch innere Stammverwandtschaft wurden wir für griechischen Geist und griechische Sprache empfänglich, da die Araber vorzugsweise nur an den wissenschaftlichen Resultaten griechischer Forschung (den naturbeschreibenden, physischen, astronomischen, rein mathematischen) hingen." Die Araber haben, bei sorgsamer Bewahrung der reinsten heimischen Mundart und des Scharfsinnes ihrer bildlichen Reden, dem Ausdruck der Gefühle und edeln Weisheitssprüchen allerdings die Anmuth dichterischer Färbung zu geben gewußt; aber sie würden, nach dem zu urtheilen, was sie unter den Abbassiden waren, auch auf der Grundlage desselben Alterthums, mit dem wir sie vertraut

Existenz eines Nullzeichens ist, wie das Scholion des Neophytos beweist, in indischen Ziffern noch kein nothwendiges Bedingniß des einfachen Stellenwerthes. Die tamul-sprechenden Inder haben von ihrem Alphabet scheinbar abweichende Zahlzeichen, von denen die 2 und die 8 eine schwache Aehnlichkeit mit den Devanagari-Ziffern von 2 und 5 haben (Rob. Anderson, Rudiments of Tamul grammar 1821 p. 135); und doch beweist eine genaue Vergleichung, daß die tamulischen Ziffern von der alphabetischen Tamulschrift abgeleitet sind. Noch verschiedener von den Devanagari-Ziffern sind nach Carey die cingalesischen. In diesen nun und in den tamulischen findet man keinen Stellenwerth und kein Nullzeichen, sondern Hieroglyphen für die Gruppen von Zehnern, Hunderten und Tausenden. Die Cingalesen operiren wie die Römer durch Juxtaposition, die Tamulen durch Coefficienten. Das wirkliche Nullzeichen als etwas Fehlendes wendet Ptolemäus sowohl im Almagest als in seiner Geographie in der abwärts steigenden Scala für fehlende Grade und Minuten an. Das Nullzeichen ist demnach im Occident weit älter als der Einbruch der Araber." (S. meine oben angeführte und in Crelle's mathematischem Journale abgedruckte Abhandlung S. 215, 219, 223 und 227.)

*) Wilh. v. Humboldt über die Kawi-Sprache Bd. I. S. CCLXII. Vergl. auch die treffliche Schilderung der Araber in Herder's Ideen zur Gesch. der Menschheit Buch XIX, 4 und 5.

finden, wohl nie vermocht haben, die Werke erhabener Dichtung und bildendschaffenden Kunstsinnes ins Leben zu rufen, deren sich in harmonischer Verschmelzung die Blüthezeit unserer europäischen Cultur zu rühmen hat.

VI.

Zeit der oceanischen Entdeckungen. — Eröffnung der westlichen Hemisphäre. — Begebenheiten und Erweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse, welche die oceanischen Entdeckungen vorbereitet haben. — Columbus, Sebastian Cabot und Gama. — Amerika und das stille Meer. — Cabrillo, Sebastian Vizcaino, Mendaña und Quiros. — Die reichste Fülle des Materials zur Begründung der physischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völkern Europa's dargeboten.

Das funfzehnte Jahrhundert gehört zu den seltenen Zeitepochen, in denen alle Geistesbestrebungen einen bestimmten und gemeinsamen Charakter andeuten, die unabänderliche Bewegung nach einem vorgesteckten Ziele offenbaren. Die Einheit dieses Strebens, der Erfolg, welcher es gekrönt, die handelnde Thatkraft ganzer Völkermassen geben dem Zeitalter des Columbus, des Sebastian Cabot und Gama Größe und dauernden Glanz. In der Mitte von zwei verschiedenen Bildungsstufen der Menschheit ist das funfzehnte Jahrhundert gleichsam eine Uebergangsepoche, welche beiden, dem Mittelalter und dem Anfang der neueren Zeit, angehört. Es ist die Epoche der größten Entdeckungen im Raume, solcher, die fast alle Breitengrade und alle Höhen der Erdoberfläche umfassen. Wenn dieselbe für die Bewohner Europa's die Werke der Schöpfung verdoppelt hat, so bot sie zugleich der Intelligenz neue und mächtige Anregungsmittel zur Vervollkommnung der Naturwissenschaften in ihren physischen und mathematischen Theilen dar *).

Wie in Alexanders Heerzügen, aber mit noch überwältigenderer Macht, drängte sich jetzt die Welt der Objecte, in den Einzelformen des Wahrnehmbaren wie in dem Zusammenwirken lebendiger Kräfte, dem combinirenden Geiste auf. Die zerstreuenden Bilder sinnlicher Anschauung wurden, trotz ihrer Fülle und Verschiedenartigkeit, allmälig zu einem concreten Ganzen verschmolzen, die irdische Natur in ihrer Allgemeinheit aufgefaßt: eine Frucht wirklicher Beobachtung, nicht nach bloßen Ahndungen, die in wechselnden Gestalten der Phantasie vorschweben. Auch das Himmelsgewölbe entfaltete dem noch immer unbewaffneten Auge neue Gebiete, nie gesehene Sternbilder, einzeln kreisende Nebelwolken. Zu keiner andern Zeit (wir haben es bereits oben bemerkt) ist einem Theile des Menschengeschlechts ein größerer Reichthum von Thatsachen, ein größeres Material zur Begründung der vergleichenden physischen Erdbeschreibung dargeboten worden. Niemals haben aber auch Entdeckungen im Raume, in der materiellen Welt, durch Erweiterung des Gesichtskreises, durch Vervielfältigung der Erzeugnisse und Tauschmittel, durch Colonien von einem Umfange, wie man sie nie gekannt, außerordentlichere Veränderungen in den Sitten, in den Zuständen langer Knechtschaft eines Theils der Menschheit und ihres späten Erwachens zu politischer Freiheit hervorgerufen.

Was in jedem einzelnen Zeitpunkte des Völkerlebens einen wichtigen Fortschritt der Intelligenz bezeichnet, hat seine tiefen Wurzeln in der Reihe vorhergehender Jahrhunderte. Es liegt nicht in der Bestimmung des menschlichen Geschlechts, eine Verfinsterung zu erleiden, die gleichmäßig das ganze Geschlecht ergriffe. Ein erhaltendes Princip nährt den ewigen Lebensproceß der fortschreitenden Vernunft. Die Epoche des Columbus erlangte nur deshalb so schnell die Erfüllung ihrer Bestimmungen, weil befruchtende Keime von einer Reihe hochbegabter Männer ausgestreuet worden waren, die wie ein Lichtstreifen durch das ganze Mittelalter, durch finstere Jahrhunderte hindurchgeht. Ein einziges derselben,

*) Vergl. Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. VIII und XIX.

das dreizehnte, zeigt uns Roger Baco, Nicolaus Scotus, Albert den Großen, Vincentius von Beauvais. Die erweckte Geistesthätigkeit trug bald ihre Früchte in Erweiterung der Erdkunde. Als Diego Ribero im Jahr 1525 von dem geographisch-astronomischen Congreß zurückkam, welcher an der Puente de Caya nahe bei Yelves zur Schlichtung der Streitigkeiten über die Grenze zweier Weltreiche, der portugiesischen und der spanischen Monarchie, gehalten wurde, waren schon die Umrisse des Neuen Continents von dem Feuerlande bis an die Küsten von Labrador verzeichnet. Auf der westlichen Seite, Asien gegenüber, waren die Fortschritte natürlich langsamer. Doch war Rodriguez Cabrillo 1543 schon nördlicher als Monterey vorgedrungen; und wenn auch dieser große und kühne Seefahrer seinen Tod in dem Canal von Santa Barbara bei Neu-Californien fand, so führte der Steuermann der Expedition, Bartholomäus Ferreto, doch die Expedition bis 43° der Breite, wo Vancouver's Vorgebirge Orford liegt. Die wetteifernde Thätigkeit der Spanier, Engländer und Portugiesen, auf einen und denselben Gegenstand gerichtet, war damals so groß, daß ein halbes Jahrhundert genügte, um die äußere Gestaltung der Ländermasse in der westlichen Halbkugel, d. h. die Hauptrichtung ihrer Küsten, zu bestimmen.

Wenn die Bekanntschaft der Völker Europa's mit dem westlichen Theile des Erdballes der Hauptgegenstand ist, welchem wir diesen Abschnitt widmen und um welchen sich als folgenreichste Begebenheit so viele Verhältnisse der richtigeren und großartigeren Weltansicht gruppiren, so muß die unbestreitbar erste Entdeckung von Amerika in seinen nördlichen Theilen durch die Normänner von der Wiederauffindung desselben Continents in seinen tropischen Theilen streng geschieden werden. Als noch das Chalifat in Bagdad unter den Abbassiden blühete, wie in Persien die der Poesie so günstige Herrschaft der Samaniden, wurde Amerika um das Jahr 1000 von Leif, dem Sohne Erik's des Rothen, vom Norden her bis zu 41° ½ nördlicher Breite entdeckt *). Der erste, aber zufällige Anstoß zu dieser Begebenheit kam aus Norwegen. Naddod war in der zweiten Hälfte des neunten Jahrhunderts, da er nach den schon früher von den Irländern besuchten Färöern hatte schiffen wollen, durch Sturm nach Island verschlagen. Die erste normännische Ansiedelung daselbst geschah (875) durch Ingolf. Grönland, die östliche Halbinsel einer Ländermasse, welche überall durch Meereswasser vom eigentlichen Amerika getrennt erscheint, wurde frühe gesehen †), aber erst hundert Jahre nachher (983) von Island aus bevölkert. Die Colonisirung von Island, welches Naddod zuerst Schneeland, Snjoland, genannt hatte, führte nun über Grönland in südwestlicher Richtung nach dem Neuen Continent.

Die Färöer und Island muß man als Zwischenstationen, als Anfangspunkte zu Unternehmungen nach dem amerikanischen Skandinavien betrachten. Auf ähnliche Weise hatte die Niederlassung zu Carthago den Tyriern zur Erreichung der Meerenge von Gadeira und des Hafens Tartessus gedient, eben so führte Tartessus dies unternehmende Volk von Station zu Station nach Cerne, dem Gauleon (der Schiffsinsel) der Carthager ‡).

Trotz der Nähe der gegenüberliegenden Küste von Labrador (Helluland it mikla) vergingen doch 125 Jahre von der ersten Ansiedlung der Normänner auf Island bis zu Leif's großer Entdeckung von Amerika. So gering waren die Mittel, welche zur Förderung der Schifffahrt in diesen abgelegenen öden Erdwinkel von einem edeln, kräftigen, aber armen Menschenstamme angewandt werden konnten. Die Küstenstrecke Winland, so wegen der von

*) Gesehen wurden Theile von Amerika, aber nicht betreten, schon 14 Jahre vor Leif Eireksson, auf der Schifffahrt, die Bjarne Herjulfsson von Grönland gegen Süden im Jahr 986 unternahm. Dieser sah zuerst das Land in der Insel Nantucket, einen Grad südlich von Boston, dann in Neu-Schottland, und zuletzt in Neufundland, das später Litla Helluland, nie aber Winland genannt wurde. Der Busen, welcher Neufundland von dem Ausfluß des großen Laurentiusstromes trennt, hieß bei den Normännern, die auf Island und Grönland angesiedelt waren, Marklands-Busen. S. Caroli Christiani Rafn Antiquitates Americanae 1845 p. 4, 421, 423 und 463.

†) Gunnbjörn wurde nach den von ihm benannten Gunnbjörns-Scheeren, die Capitän Graah neuerlichst wiederentdeckt, im Jahre 876 oder 877 verschlagen; er hat zuerst die Ostküste von Grönland gesehen, ohne dort zu landen. (Rafn, Antiquit. Amer. p. 11, 93 und 304.)

‡) Kosmos Buch II. S. 257.

einem Deutschen, Tyrker, dort aufgefundenen wilden Weintrauben genannt, reizte durch Fruchtbarkeit des Bodens und Milde des Klima's in Vergleich mit Island und Grönland. Durch Leif mit dem Namen des guten Winlands (Vinland it goda) bezeichnet, begriff es das Littoral zwischen Boston und Neu-York: also Theile der jetzigen Staaten Massachusetts, Rhode-Island und Connecticut, zwischen den Breitenparallelen von Cività vecchia und Terracina, denen aber hier doch nur die mittleren *) Jahres-Temperaturen von 8°,8 und 11°,2 entsprechen. Das war die Hauptansiedelung der Normänner. Die Colonisten hatten oft mit dem recht kriegerischen Stamme der Esquimaux, welcher damals unter dem Namen der Skrälinger viel südlicher verbreitet war, zu kämpfen. Der erste grönländische Bischof, Erik Upsi, ein Isländer, unternahm 1121 eine christliche Missionsfahrt nach Winland; und der Name des colonisirten Landes ist sogar in alten National-Gesängen bei den Eingeborenen der Färöer aufgefunden worden †).

Von der Thätigkeit und dem kühnen Unternehmungsgeiste der isländischen und grönländischen Abenteurer zeigt der Umstand, daß, nachdem sie sich im Süden bis unter 41°½ Breite angesiedelt, sie an der Ostküste der Baffinsbai unter der Breite von 72° 55′ auf einer der Weiber-Inseln ‡), nordwestlich von der jetzt nördlichsten dänischen Colonie Upernavick, drei Grenzsäulen aufrichteten. Der Runenstein, welchen man im Herbst des Jahres 1824 aufgefunden, enthält nach Rask und Finn Magnusen die Jahrzahl 1135. Von dieser östlichen Küste der Baffinsbai aus besuchten die Ansiedler des Fischfangs wegen sehr regelmäßig den Lancaster-Sund und einen Theil der Barrow-Straße, und zwar mehr denn sechs Jahrhunderte vor den kühnen Unternehmungen von Parry und Roß. Die Localität des Fischfanges ist sehr bestimmt beschrieben, und grönländische Priester aus dem Bisthum Gardar leiteten (1266) die erste Entdeckungsfahrt. Man nannte diese nordwestliche Sommerstation die Kroksfjadar-Heide. Es geschieht schon Erwähnung des angeschwemmten (gewiß sibirischen) Treibholzes, welches man dort sammelte, der vielen Wallfische, Phocken, Wallrosse und Seebären ||).

Ueber den Verkehr des hohen europäischen Nordens, wie über den der Grönländer und Isländer mit dem eigentlichen amerikanischen Continent reichen sichere Nachrichten nur bis in die Mitte des 14ten Jahrhunderts. Noch im Jahr 1347 wurde von Grönland aus ein Schiff nach Markland (Neu-Schottland) gesandt, um Bauholz und andere Bedürfnisse einzusammeln. Auf der Rückreise von Markland wurde das Schiff vom Sturme verschlagen und mußte in Straumfjörd im Westen von Island landen. Dies ist die letzte Nachricht von dem normännischen Amerika, welche uns alt-scandinavische Quellenschriften aufbewahrt haben ¶).

---

*) Diese amerikanischen Jahres-Temperaturen der östlichen Küste unter den Parallelen von 42° 25′ und 41° 15′ entsprechen in Europa den Breiten von Berlin und Paris, also Orten, die 8° bis 10° nördlicher liegen. Dazu ist auf der Westküste von Nordamerika die Abnahme der Jahres-Temperatur von niederen zu höheren Breiten so schnell, daß in dem Breiten-Unterschiede von Boston und Philadelphia, welcher 2° 41′ beträgt, 1° Breite in der Jahres-Temperatur eine Wärmeabnahme von fast 2° des hunderttheiligen Thermometers hervorbringt, während in dem System der isothermen Linien von Europa die Abnahme der Jahrestemperatur nach meinen Untersuchungen (Asie centrale T. III. p. 227) für denselben Abstand kaum einen halben Grad ausmacht.

†) S. Carmen Faeröicum, in quo Vinlandiae mentio fit (Rafn, Antiquit. Amer. p. 320 und 332).

‡) Der Runenstein war auf dem höchsten Punkte der Insel Kingiktorsoak gesetzt, „an dem Samstage vor dem Siegestage", d. i. vor dem 21. April, einem heidnischen Hauptfeste der alten Scandinavier, das bei der Annahme des Christenthums in ein christliches Fest verwandelt wurde. Rafn, Antiquit. Amer. p. 347–355. Ueber die Zweifel an den Runenzahlen, welche Brynjulfsen, Mohnike und Klaproth geäußert, s. mein Examen crit. T. II. p. 97—101; doch halten Brynjulfsen und Graah nach anderen Kennzeichen das wichtige Monument der Woman's Islands (wie die zu Igalikko und Egegeit, Br. 60° 51′ und 60° 0′, gefundenen Runenschriften und die Ruinen von Gebäuden bei Upernavick, Br. 72° 50′) bestimmt für dem 11ten und 12ten Jahrhundert angehörig.

||) Rafn, Antiquit. Amer. p. 20, 274 und 415–418 (Wilhelmi über Island, Hvitramannaland, Grönland und Vinland S. 117—121). — Nach einer sehr alten Saga wurde auch 1194 die nördlichste Ostküste von Grönland unter der Benennung Svalbard in einer Gegend besucht, die dem Scoresby-Lande entspricht: nahe dem Punkte, wo mein Freund, der damalige Capitän Sabine seine Pendel-Beobachtungen gemacht und wo ich (73° 16′) ein sehr unfreundliches Vorgebirge besitze; Rafn, Antiquit. Amer. p. 303 und Aperçu de l'ancienne Géographie des régions arctiques de l'Amérique 1847 p. 6.

¶) Wilhelmi a. a. O. S. 226; Rafn, Antiquit. Amer. p. 264 und 253. Die Niederlassungen auf der

Die Entdeckung der Tropenländer von Amerika durch Christoph Columbus, Alonso de Hojeda und Alvarez Cabral kann in der Geschichte der Weltanschauung nicht als eine isolirte Begebenheit betrachtet werden. Ihr Einfluß auf die Erweiterung des physischen Wissens und auf die Bereicherung der Ideenwelt im allgemeinen wird nur dann richtig aufgefaßt, wenn man einen flüchtigen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche das Zeitalter der großen nautischen Unternehmungen von dem der Blüthe wissenschaftlicher Cultur unter den Arabern trennen. Was der Aera des Columbus ihren eigenthümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach Entdeckungen im Raume, nach erweiterter Erdkenntniß, wurde langsam und auf vielfachen Wegen vorbereitet. Es wurde es durch eine kleine Zahl kühner Männer, welche früher auftraten und gleichzeitig zu allgemeiner Freiheit des Selbstdenkens wie zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; durch den Einfluß, welchen auf die tiefsten Quellen des geistigen Lebens ausübte die in Italien erneuerte Bekanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur und die Erfindung einer Kunst, die dem Gedanken Flügel und lange Dauer verlieh; durch die erweiterte Kenntniß des östlichen Asiens, welche Mönchsgesandtschaften an die Mongolen-Fürsten und reisende Kaufleute unter die weltverkehrenden Nationen des südwestlichen Europa's verbreiteten, unter solche, denen ein kürzerer Weg nach den Gewürzländern ein Gegenstand der eifrigsten Wünsche war. Zu den hier genannten Anregungsmitteln gesellten sich noch, was die Befriedigung jener Wünsche gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts am meisten erleichterte, die Fortschritte der Schifffahrtskunde, die allmälige Vervollkommnung der nautischen Instrumente, der magnetischen wie der astronomisch messenden, endlich die Anwendung gewisser Methoden zur Ortsbestimmung des Schiffes und der allgemeinere Gebrauch der Sonnen- und Mond-Ephemeriden des Regiomontanus.

Ohne, was diesen Blättern fremd bleiben muß, auf das Einzelne in der Geschichte der Wissenschaften einzugehen, nennen wir nur unter den Menschen, welche die Epoche von Columbus und Gama vorbereitet haben, drei große Namen: Albertus Magnus, Roger Baco und Vincenz von Beauvais. Sie sind hier der Zeitfolge nach aufgeführt; denn der wichtigere, mehrumfassende, geistreichere ist Roger Baco, ein Franciscaner-Mönch aus Ilchester, der sich zu Oxford und Paris für die Wissenschaften ausbildete. Alle drei sind ihrem Zeitalter vorangeeilt und haben mächtig auf dasselbe eingewirkt. In den langen, meist unfruchtbaren Kämpfen dialectischer Speculationen und des logischen Dogmatismus einer Philosophie, die man mit dem unbestimmten, vieldeutigen Namen der scholastischen belegt hat, läßt sich der wohlthätige Einfluß, man könnte sagen die Nachwirkung der Araber nicht verkennen. Die Eigenthümlichkeit ihres Nationalcharakters, die wir im vorigen Abschnitte geschildert, ihr Hang zum Verkehr mit der Natur hatte den neu übersetzten Schriften des Aristoteles eine Verbreitung verschafft, welche mit der Vorliebe und der Begründung der Erfahrungswissenschaften auf das innigste zusammenhing. Bis an das Ende des 12ten und den Anfang des 13ten Jahrhunderts herrschten mißverstandene Lehren der platonischen Philosophie in den Schulen. Schon die Kirchenväter *) glaubten in derselben die Vorbilder zu ihren eigenen religiösen Anschauungen zu finden. Viele der symbolisirenden physikalischen Phantasien des Timäus wurden mit Begeisterung aufgenommen, und durch christliche Autorität lebten wieder verworrene Ideen über den Kosmos auf, deren Nichtigkeit die mathematische Schule der Alexandriner längst erwiesen hatte. So pflanzten sich von Augustinus an bis Alcuin, Johannes Scotus und Bernhard von Chartres tief in das Mittelalter hinab, unter wechselnden Formen, die Herrschaft des Platonismus oder richtiger zu sagen neu-platonische Anklänge fort †).

---

*) Jourdain, Rech. crit. sur les traductions d'Aristote p. 230, 234 und 421–423; Letronne, *des opinions* cosmographiques des Pères de l'Église, *rapprochées des doctrines* philosophiques de la Grèce, in der Revue des deux Mondes 1834 T. I. p. 632.

†) Friedrich von Raumer über die Philosophie des dreizehnten Jahrhunderts, in seinem Hist. Taschenbuche

Als nun, diese verdrängend, die aristotelische Philosophie den entschiedensten Einfluß auf die Bewegungen des Geistes gewann, war es in zwei Richtungen zugleich: in den Forschungen der speculativen Philosophie und in der philosophischen Bearbeitung des empirischen Naturwissens. Die erste dieser Richtungen, wenn sie auch dem Gegenstande meiner Schrift entfernter zu liegen scheint, darf hier schon deshalb nicht unberührt bleiben, weil sie mitten in der Zeit dialectischer Scholastik einige edle, hochbegabte Männer zum freien Selbstdenken in den verschiedenartigsten Gebieten des Wissens antrieb. Eine großartige physische Weltanschauung bedarf nicht blos der reichen Fülle der Beobachtungen, als Substrats der Verallgemeinerung der Ideen; sie bedarf auch der vorbereitenden Kräftigung der Gemüther, um in den ewigen Kämpfen zwischen Wissen und Glauben nicht vor den drohenden Gestalten zurückzuschrecken, die bis in die neuere Zeit an den Eingängen zu gewissen Regionen der Erfahrungswissenschaft auftreten und diese Eingänge zu versperren trachten. Man darf nicht trennen, was in dem Entwickelungsgange der Menschheit gleichmäßig belebt hat das Gefühl der Berechtigung zur intellectuellen Freiheit und das lange unbefriedigte Streben nach Entdeckungen in fernen Räumen. Jene freien Selbstdenker bildeten eine Reihe, welche im Mittelalter mit Duns Scotus, Wilhelm von Occam und Nicolaus von Cusa anhebt und durch Ramus, Campanella und Giordano Bruno bis zu Descartes leitet *).

Die unübersteiglich scheinende „Kluft zwischen dem Denken und dem Sein, die Beziehungen zwischen der erkennenden Seele und dem erkannten Gegenstande" trennten die Dialectiker in jene zwei berühmten Schulen der Realisten und Nominalisten. Des fast vergessenen Kampfes dieser mittelalterlichen Schulen muß hier gedacht werden, weil er einen wesentlichen Einfluß auf die endliche Begründung der Erfahrungswissenschaften ausgeübt hat. Die Nominalisten, welche den allgemeinen Begriffen nur ein subjectives Dasein in dem menschlichen Vorstellungsvermögen zugestanden, wurden nach vielen Schwankungen zuletzt im 14ten und 15ten Jahrhundert die siegreiche Parthei. Bei ihrer größeren Abneigung vor leeren Abstractionen drangen sie zuerst auf die Nothwendigkeit der Erfahrung, auf die Vermehrung der sinnlichen Grundlage der Erkenntniß. Eine solche Richtung wirkte wenigstens mittelbar auf die Bearbeitung des empirischen Naturwissens; aber auch schon da, wo sich nur noch realistische Ansichten geltend machten, hatte die Bekanntschaft mit der Literatur der Araber Liebe zum Naturwissen, in glücklichem Kampfe mit der alles absorbirenden Theologie, verbreitet. So sehen wir in den verschiedenen Perioden des Mittelalters, dem man vielleicht eine zu große Charakter-Einheit zuzuschreiben gewohnt ist, auf ganz verschiedenen Wegen, auf rein ideellen und empirischen, das große Werk der Entdeckungen im Erdraume und die Möglichkeit ihrer glücklichen Benutzung zur Erweiterung des kosmischen Ideenkreises sich allmälig vorbereiten.

Unter den gelehrten Arabern war das Naturwissen eng an Arzneikunde und Philosophie, im christlichen Mittelalter war es neben der Philosophie an die theologische Dogmatik geknüpft. Die letztere, ihrer Natur nach zur Alleinherrschaft strebend, bedrängte die empirische Forschung in den Gebieten der Physik, der organischen Morphologie und der meist mit Astrologie verschwisterten Sternkunde. Das von den Arabern und jüdischen Rabbinern †) überkommene Studium des allumfassenden Aristoteles hatte aber die Richtung nach einer philosophischen Verschmelzung aller Disciplinen hervorgerufen; daher galten Ibn-Sina (Avicenna) und Ibn-Roschd (Averroes), Albertus Magnus und Roger Bacon für die

---

1840 S. 468. Ueber die Neigung zum Platonismus im Mittelalter und den Kampf der Schulen s. Heinrich Ritter, Gesch. der christl. Philosophie Th. II. S. 159, Th. III. S. 131–160 und 381–417.

*) Cousin, Cours de l'hist. de la Philosophie T. I. 1829 p. 360 und 389–436; Fragmens de Philosophie Cartésienne p. 8–12 und 403. Vergl. auch die neue geistreiche Schrift von Christian Bartholmèß: Jordano Bruno 1847 T. I. p. 308, T. II. p. 409–416.

†) Jourdain sur les trad. d'Aristote p. 236; Michael Sachs, die religiöse Poesie der Juden in Spanien 1845 S. 180–200.

Repräsentanten des ganzen menschlichen Wissens ihrer Zeit. Der Ruhm, welcher im Mittelalter ihre Namen umstrahlte, läßt sich diesem allgemein verbreiteten Glauben beimessen.

Albert der Große, aus dem Geschlechte der Grafen von Bollstädt, muß auch als Selbstbeobachter in dem Gebiete der zerlegenden Chemie genannt werden. Seine Hoffnungen waren freilich auf die Umwandlung der Metalle gerichtet; aber, um sie zu erfüllen, vervollkommnete er nicht bloß die praktischen Handgriffe in Behandlung der Erze, er vermehrte auch die Einsicht in die allgemeine Wirkungsart der chemischen Naturkräfte. Ueber den organischen Bau und die Pflanzen-Physiologie enthalten seine Werke einzelne überaus scharfsinnige Bemerkungen. Er kannte den Schlaf der Pflanzen, das periodische sich Oeffnen und Schließen der Blumen, die Verminderung des Saftes durch Verdunstung aus der Oberhaut der Blätter, den Einfluß der Theilung der Gefäßbündel auf die Ausschnitte des Blattrandes. Er commentirte alle physikalischen Schriften des Stagiriten, doch die Thiergeschichte nur nach der lateinischen Uebersetzung des Michael Scotos aus dem Arabischen.*) Ein Werk Alberts des Großen, welches den Titel führt: liber cosmographicus de natura locorum, ist eine Art physischer Geographie. Ich habe darin Betrachtungen aufgefunden über die gleichzeitige Abhängigkeit der Klimate von der Breite und der Höhe des Orts, wie über die Wirkung des verschiedenen Einfallswinkels der Sonnenstrahlen auf Erwärmung des Bodens, die mich sehr überrascht haben. Daß Albert von Dante gefeiert worden ist, verdankt er vielleicht nicht so sehr sich selbst als seinem geliebten Schüler, dem heiligen Thomas von Aquino, welchen er 1245 von Cöln nach Paris und 1248 nach Deutschland zurückführte;

> **Questi, che m'è a destra più vicino,**
> **Frate e maestro fummi; ed esso Alberto**
> **E' di Cologna, ed io Thomas d' Aquino.**
> *Il Paradiso* **X, 97–99.**

In dem, was unmittelbar auf die Erweiterung der Naturwissenschaften gewirkt hat, auf ihre Begründung durch Mathematik und durch das Hervorrufen von Erscheinungen auf dem Wege des Experiments, ist Alberts von Bollstädt Zeitgenosse Roger Bacon die wichtigste Erscheinung des Mittelalters gewesen. Beide Männer füllen fast das ganze dreizehnte Jahrhundert aus; aber dem Roger Bacon gehört der Ruhm, daß der Einfluß, welchen er auf die Form und Behandlung des Naturstudiums ausgeübt hat, wohlthätiger und dauernd wirksamer gewesen ist als das, was man ihm von eigenen Erfindungen mit mehr oder minderem Rechte zugeschrieben hat. Zum Selbstdenken erweckend, rügte er streng den blinden Autoritätsglauben der Schule; doch, weit davon entfernt, sich nicht um das zu kümmern, was das griechische Alterthum erforscht, pries er gleichzeitig gründliche Sprachkunde†), Anwendung der Mathematik und die Scientia experimentalis, der er einen eigenen Abschnitt des Opus majus gewidmet hat‡). Von Einem Pabste (Clemens IV.) ge-

*) Das größere Verdienst in Bearbeitung der Thiergeschichte gehört dem Kaiser Friedrich II. Man verdankt ihm wichtige eigene Beobachtungen über die innere Structur der Vögel. (S. Schneider in Reliqua librorum Friderici II. imperatoris *de arte venandi cum avibus* T. I. 1788 in der Vorrede.) Auch Cuvier nennt den Hohenstaufen den „ersten selbstarbeitenden Zoologen des scholastischen Mittelalters." — Ueber Alberts des Großen richtige Ansicht von der Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper unter verschiedenen Breiten und nach Verschiedenheit der Jahreszeiten s. dessen Liber cosmographicus de natura locorum, Argent. 1515, fol. 14, b und 23, a (Examen crit. T. I. p. 54–58). Bei eigenen Beobachtungen zeigt sich aber doch leider in Albertus Magnus oft die Unkritik seines Zeitalters. Er glaubt zu wissen, daß „sich Roggen auf gutem Boden in Weizen verwandelt; daß aus einem abgeholzten Buchenwalde durch Fäulniß ein Birkenwald entsteht; daß aus Eichenzweigen, die man in die Erde steckt, Weinreben entstehen." (Vergl. auch Ernst Meyer über die Botanik des 13ten Jahrhunderts in der Linnaea Bd. X. 1836 S. 719.)

†) So viele Stellen des Opus majus sprechen für die Achtung, welche Roger Bacon dem griechischen Alterthum zollte, daß man, wie schon Jourdain (p. 429) bemerkt hat, den in einem Briefe an den Pabst Clemens IV. geäußerten Wunsch, „die Bücher des Aristoteles zu verbrennen, um die Verbreitung der Irrthümer unter den Schülern zu verhindern," nur auf die schlechten lateinischen Uebersetzungen aus dem Arabischen deuten kann.

‡) Scientia experimentalis a vulgo studentium penitus ignorata; duo tamen sunt modi cognoscendi, scilicet per argumentum et experientiam (der ideelle Weg und der des Experiments). Sine experientia nihil sufficienter sciri potest. Argumentum concludit, sed non certificat, neque removet dubitationem, ut quiescat animus in intuitu veritatis, nisi eam inveniat via experientiae. (Opus majus Pars VI cap. 1.) Ich habe alle Stellen, die sich auf die physischen Kenntnisse und Erfindungsvorschläge des Roger

schützt und begünstigt, von zwei anderen (Nicolaus III. und IV.) der Magie beschuldigt und eingekerkert, hatte er die wechselnden Schicksale der großen Geister aller Zeiten. Er kannte die Optik des Ptolemäus*) und des Almagest. Da er den Hipparch immer, wie die Araber, Abraxis nennt, so darf man schließen, daß auch er sich nur einer aus dem Arabischen herstammenden lateinischen Uebersetzung bediente. Neben Bacon's chemischen Versuchen über brennbare explodirende Mischungen sind seine theoretisch-optischen Arbeiten über die Perspective und die Lage des Brennpunktes bei Hohlspiegeln am wichtigsten. Sein gedankenvolles Großes Werk enthält Vorschläge und Entwürfe zu möglicher Ausführung, nicht deutliche Spuren gelungener optischer Erfindungen. Tiefe des mathematischen Wissens ist ihm nicht zuzuschreiben. Was ihn charakterisirt, ist vielmehr eine gewisse Lebhaftigkeit der Phantasie, deren ungemessene Aufregung bei den Mönchen des Mittelalters in ihren naturphilosophischen Richtungen durch den Eindruck so vieler unerklärter, großer Naturerscheinungen wie durch langes, angstvolles Spähen nach Lösung geheimnißvoller Probleme krankhaft erhöht wurde.

Die durch das Kostspielige des Abschreibens vermehrte Schwierigkeit, vor Erfindung des Bücherdrucks eine große Zahl einzelner Handschriften zu sammeln, erzeugte im Mittelalter, als der Ideenkreis sich seit dem 13ten Jahrhunderte wieder zu erweitern anfing, eine große Vorliebe für encyclopädische Werke. Diese verdienen hier eine besondere Beachtung, weil sie zu Verallgemeinerung der Ansichten führten. Es erschienen, meist auf einander gegründet, die zwanzig Bücher de rerum natura von Thomas Cantipratensis, Professor in Löwen (1230); der Naturspiegel (Speculum naturale), welchen Vincenz von Beauvais (Bellovacensis) für den heiligen Ludwig und dessen Gemahlin Margarethe von Provence schrieb (1250); das Buch der Natur von Conrad von Meygenberg, Priester zu Regensburg (1349); und das Weltbild (Imago mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco, Bischofs von Cambray (1410). Diese Encyclopädien waren die Vorläufer der großen Margarita philosophica des Pater Reisch, deren erste Ausgabe 1486 erschien und welche ein halbes Jahrhundert lang die Verbreitung des Wissens auf eine merkwürdige Weise befördert hat. Bei dem Weltbilde (der Weltbeschreibung) des Cardinals Alliacus (Pierre d'Ailly) müssen wir hier noch besonders verweilen. Ich habe an einem anderen Orte erwiesen, daß das Buch Imago mundi mehr Einfluß auf die Entdeckung von Amerika als der Briefwechsel mit dem gelehrten Florentiner Toscanelli ausgeübt hat†). Alles, was Christoph Columbus von den griechischen und römischen Schriftstellern wußte, alle Stellen des Aristoteles, des Strabo und des Seneca über die Nähe des östlichen Asiens zu den Hercules-Säulen, welche, wie der Sohn Don Fernando sagt, den Vater hauptsächlich anregten, die indischen Länder zu entdecken (autoridad de los escritores para mover al Almirante á descubrir las Indias), schöpfte der Admiral aus den Schriften des Cardinals. Er hatte sie bei sich auf seinen Reisen; denn in einem Briefe, den er im Monat October 1498 von der Insel Haiti an die spanischen Monarchen schrieb, übersetzt er wörtlich eine Stelle aus des Alliacus Abhandlung de quantitate terrae habitabilis, welche ihm den

Bacon beziehen, zusammengetragen im Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. II. p. 295–299. Vergl. auch Whewell, the Philosophy of the inductive Sciences Vol. II. p. 323–337.

*) S. Kosmos Buch II. S. 291. Ich finde die Optik des Ptolemäus citirt im Opus majus (ed. Jebb, Lond. 1733) p. 79, 288 und 404. Daß die aus Albazen geschöpfte Kenntniß von der vergrößernden Kraft von Kugelsegmenten den Bacon wirklich veranlaßt habe, Brillen (Augengläser) zu construiren, wird mit Recht geläugnet (Wilde, Geschichte der Optik Th. I. S. 92–96); die Erfindung soll schon 1299 bekannt gewesen sein oder dem Florentiner Salvino degli Armati gehören, welcher 1317 in der Kirche Santa Maria Maggiore zu Florenz begraben wurde. Wenn Roger Bacon, der das Opus majus 1267 vollendete, von Instrumenten spricht, durch welche kleine Buchstaben groß erscheinen, utiles senibus habentibus oculos debiles, so beweisen seine Worte und die thatsächlich irrigen Betrachtungen, die er hinzufügt, daß er nicht selbst ausgeführt haben kann, was ihm als etwas Mögliches dunkel vor der Seele schwebte.

†) S. mein Examen crit. T. I. p. 61, 64–70, 96–108; T. II. p. 349: „Il existe aussi de Pierre d'Ailly, que Don Fernando Colon nomme toujours *Pedro de Helico*, cinq mémoires *de Concordantia astronomiae cum theologia*. Ils rappellent quelques essais très modernes de *Géologie hébraïsante* publiés 400 ans après le Cardinal."

Magnetnadel giebt, bezeugen (wie die vielen arabischen Sternnamen, deren wir uns heute noch bedienen), auf welchem Wege und durch wen das Abendland belehrt wurde. In dem christlichen Europa ist von dem Gebrauch der Nadel, als von einem ganz bekannten Gegenstande, zuerst in einem politisch-satirischen Gedichte la Bible des Guyot von Provins 1190 und in der Beschreibung von Palästina des Bischofs von Ptolemais Jacob von Vitry zwischen 1204 und 1215 geredet worden. Auch Dante (Parad. XII, 29) erwähnt in einem Gleichniß der Nadel (ago), „die nach dem Sterne weist."

Dem Flavio Gioja aus Positano, unweit des schönen und durch seine weit verbreiteten Seegesetze so berühmten Amalfi, hat man lange die Erfindung des Seecompasses zugeschrieben; vielleicht war von demselben (1302) irgend eine Vervollkommnung in der Vorrichtung angegeben worden. Eine viel frühere Benutzung des Compasses in den europäischen Gewässern als im Anfang des 14ten Jahrhunderts beweist auch eine nautische Schrift des Raymundus Lullus aus Majorca, des sonderbaren geistrichen, excentrischen Mannes, dessen Doctrinen Giordano Bruno schon als Knaben begeisterten*) und der zugleich philosophischer Systematiker, Scheidekünstler, christlicher Bekehrer und Schiffahrtskundiger war. In seinem Buche Fenix de las maravillas del orbe, das im Jahr 1286 verfaßt ist, sagt Lullus, daß die Seefahrer seiner Zeit sich der „Meßinstrumente, der Seekarten und Magnetnadel" bedienten †). Die frühen Schifffahrten der Catalanen nach der Nordküste von Schottland und nach der Westküste des tropischen Afrika (Don Jayme Ferrer gelangte im Monat August 1346 an den Ausfluß des Rio de Ouro), die Entdeckung der Azoren (Bracir-Inseln der Weltkarte von Picigano 1367) durch die Normänner erinnern uns, daß lange vor Columbus man den freien westlichen Ocean durchschiffte. Was unter der Römerherrschaft im indischen Meere zwischen Ocelis und der malabarischen Küste bloß im Vertrauen auf die Regelmäßigkeit der Windesrichtungen ‡) ausgeführt wurde, geschah jetzt unter Leitung der Magnetnadel.

Die Anwendung der Astronomie auf die Schifffahrtskunde war vorbereitet durch den Einfluß, welchen vom 13ten zum 15ten Jahrhundert in Italien Andalone del Nero und der Berichtiger der Alphonsinischen Himmelstafeln Johann Bianchini, in Deutschland Nicolaus von Cusa ||), Georg von Peuerbach und Regiomontanus ausübten. Astrolabien zur Bestimmung der Zeit und der geographischen Breite durch Meridianhöhen, anwendbar auf einem immer bewegten Elemente, erhielten allmälige Vervollkommnung: sie erhielten sie von dem Astrolabium der Piloten von Majorca an, welches Raymund Lullus ¶) in dem Jahre 1295 in seiner Arte de navegar beschreibt, bis zu dem, das Martin Behaim 1484 zu Lissabon zu Stande brachte und das vielleicht nur eine Vereinfachung des Meteoroscops seines Freundes Regiomontanus war. Als der Infant Heinrich der Seefahrer (Herzog von Viseo) in Sagres eine Piloten-Akademie stiftete, wurde Maestro Jayme aus Majorca zum Direktor derselben ernannt. Martin Behaim hatte den Auftrag vom König Johann II. von Portugal, Tafeln für die Abweichung der Sonne zu berechnen und die Piloten zu lehren „nach Sonnen- und Sternhöhen zu schiffen." Ob man schon am Ende des 15ten Jahrhunderts die Vorrichtung der Logleine gekannt habe, um neben der durch den Com-

---

Don Alonso el IX (nach gewöhnlicher Zählung el X), Madrid 1829 T. I. p. 473.

*) Jordano Bruno par Christian Bartholmèss 1847 T. II. p. 181–187.

†) „Tenian los mareantes *instrumento, carta, compas y aguja.*" Salazar, Discurso sobre los progresos de la Hydrografia en España 1809 p. 7.

‡) Kosmos Buch II. S. 279.

||) Ueber Cusa (Nicolaus von Cuß, eigentlich von Cues an der Mosel) s. oben Kosmos Buch II. S. 244. und Clemens Abhandlung über Giordano Bruno und Nicolaus de Cusa S. 97, wo ein wichtige , erst vor drei *Jahren aufgefundenes* Bruchstück von Cusa's eigener *Hand, eine dreifache Bewegung* der Erde betreffend, mitgetheilt wird. (Vergl. auch Chasles, Aperçu sur l'origine des méthodes en Géométrie 1837 p. 529.)

¶) Navarrete, Disertacion histórica sobre la parte que tuviéron los Españoles en las guerras de Ultramar ó de las Cruzadas 1816 p. 100 und Examen crit. T. I. p. 274–277. Dem Lehrer des Regiomontanus, Georg von Peurbach, wird eine wichtige Verbesserung der Beobachtung durch den Gebrauch des Bleiloths zugeschrieben. Letzteres wurde aber längst von den Arabern angewandt, wie die im 13ten Jahrhundert abgefaßte Beschreibung der astronomischen Instrumente von Abul-Hassan Ali lehrt; Sédillot, Traité des instruments astronomiques des Arabes 1835 p. 379, 1841 p. 205.

daß bestimmten Richtung auch die Länge des zurückgelegten Weges zu schätzen, kann nicht entschieden werden; doch ist gewiß, daß Pigafetta, Magellan's Begleiter, von dem Log (la catena a poppa) wie von einem längst bekannten Mittel spricht, den zurückgelegten Weg zu messen *).

---

*) Es ist in allen Schriften über die Schifffahrtskunde, die ich untersucht, die irrige Meinung verbreitet, als sei das Log zur Messung des zurückgelegten Weges nicht früher angewandt worden, als seit dem Ende des 16ten oder im Anfang des 17ten Jahrhunderts. In der Encyclopaedia britannica (7th edit. von 1842) Vol. XIII. p. 416 heißt es noch: „the author of the device for measuring the ship's way is not known and *no mention of it occurs* till the year 1607 in an East India voyage published by Purchas." Dieses Jahr ist auch in allen früheren und späteren Wörterbüchern (Gehler Bd. VI. 1831 S. 450) als äußerste Grenze angeführt worden. Nur Navarrete in der Disertacion sobre los progresos del Arte de Navegar 1802 setzt den Gebrauch der Loglinie auf englischen Schiffen in das Jahr 1577 (Duflot de Mofras, Notice biographique sur Mendoza et Navarrete 1845 p. 64); später, an einem anderen Orte (Coleccion de los Viages de los Españoles T. IV. 1837 p. 97), behauptet er: „zu Magellan's Zeiten sei die Schnelligkeit des Schiffes nur á ojo (nach dem Augenmaße) geschätzt worden, bis erst im 16ten Jahrhunderte die corredera (das Log) erfunden wurde." Die Messung der „gesegelten Distanz" durch Auswerfen der Loglinie ist, wenn auch das Mittel an sich unvollkommen genannt werden muß, doch von so großer Wichtigkeit für die Kenntniß der Schnelligkeit und Richtung oceanischer Strömungen geworden, daß ich sie zu einem Gegenstande sorgfältiger Untersuchungen habe machen müssen. Ich theile hier die Hauptresultate mit, die in dem noch nicht erschienenen 6ten Bande meines Examen critique de l'histoire de la Géogr. et des progrès de l'Astronomie nautique enthalten sind. Die Römer hatten zur Zeit der Republik auf ihren Schiffen Wegmesser, die in 4 Fuß hohen, mit Schaufeln versehenen Rädern an dem äußern Schiffsborde bestanden, ganz wie bei unseren Dampfschiffen und wie bei der Vorrichtung zur Bewegung von Fahrzeugen, welche Blasco de Garay 1543 zu Barcelona dem Kaiser Carl V. angeboten hatte (Arago, Annuaire du Bur. des Long. 1829 p. 152). Der altrömische Wegmesser (ratio a majoribus tradita, qua in via rheda sedentes vel mari navigantes scire possumus, quot millia numero itineris fecerimus) ist umständlich von Vitruvius (lib. X cap. 14), dessen Augusteisches Zeitalter freilich neuerlichst von C. Schultz und Osann sehr erschüttert worden ist, beschrieben. Durch drei in einander greifende gezähnte Räder und das Herabfallen kleiner runder Steinchen aus einem Radgehäuse (loculamentum), das nur ein einziges Loch hat, ward die Zahl der Umgänge der äußeren Räder, die in das Meer tauchten, und die Zahl der zurückgelegten Meilen in einer Tagereise angegeben. Ob diese Hodometer im mittelländischen Meere viel gebraucht worden sind, „da sie Nutzen und auch Vergnügen" gewähren konnten, sagt Vitruvius nicht. In der Lebensbeschreibung des Kaisers Pertinax von Julius Capitolinus wird des verkauften Nachlasses des Kaisers Commodus erwähnt (cap. 8 in Hist. Augustae Script. ed. Lugd. Bat. 1671 T. I. p. 554), in welchem sich ein Reisewagen, mit einer ähnlichen Hodometer-Einrichtung versehen, befand. Die Räder gaben zugleich „das Maaß des zurückgelegten Weges und die Dauer der Reise" in Stunden an. Einen viel vollkommeneren, ebenfalls zu Wasser und zu Lande gebrauchten Wegmesser hat Hero von Alexandrien, der Schüler des Ktesibius, in seiner, griechisch noch unedirten Schrift über die Diopttren beschrieben (s. Venturi, Comment sopra la Storia dell' Ottica, Bologna 1814 T. I. p. 134-139). In der Literatur des ganzen Mittelalters findet sich wohl nichts über den Gegenstand, den wir hier behandeln, bis man zu der Epoche der vielen kurz nach einander verfaßten, oder in Druck erschienenen Lehrbücher der Nautik von Antonio Pigafetta (Trattato di Navigazione, wahrscheinlich vor 1530), Francisco Falero (1535, Bruder des Astronomen Ruy Falero, der den Magellan auf seiner Reise um die Welt begleiten sollte und ein Regimiento para observar la longitud en la mar hinterließ) Pedro de Medina aus Sevilla (Arte de navegar 1545), Martin Cortes aus Bujalaroz (Breve Compendio de la esfera y de la arte de navegar 1551) und Andres Garcia de Cespedes (Regimiento de Navegacion y Hidrografia 1606) gelangt. Aus fast allen diesen, zum Theil jetzt sehr seltenen Werken, wie aus der Suma de Geografia, welche Martin Fernandez de Enciso 1519 herausgab, erkennt man deutlichst, daß die „gesegelte Distanz" auf spanischen und portugiesischen Schiffen nicht durch irgend unmittelbare Messung, sondern nur durch Schätzung nach dem Augenmaaße und nach gewissen numerisch festgesetzten Grundsätzen zu bestimmen gelehrt wird. Medina sagt (Libro III cap. 11 und 12): um den Curs des Schiffes in der Länge des durchlaufenen Raumes zu kennen, muß der Pilot nach Stunden (d. h. durch die Sanduhr, ampolleta, geleitet) in seinem Register aufzeichnen, wie viel das Schiff zurückgelegt; er muß deshalb wissen, daß das meiste, was er in einer Stunde fortschreitet, vier Meilen sind, bei schwächerem Winde drei, auch nur zwei ....." Cespedes (Regimiento p. 99 und 156) nennt dies Verfahren, wie Medina, echar punto por fantasia. Diese fantasia hängt allerdings, wenn man großen Irrthum vermeiden will, wie Enciso richtig bemerkt, von der Kenntniß ab, welche der Pilot von der Qualität seines Schiffes hat; aber im ganzen wird jeder, der lange auf dem Meere war, doch meist mit Verwunderung bemerkt haben, wie übereinstimmend die bloße Schätzung der Geschwindigkeit des Schiffes, bei nicht sehr hohem Wellenschlage, mit dem später erhaltenen Resultate des ausgeworfenen Logs ist. Einige spanische Piloten nennen die alte, freilich gewagte Methode bloßer Schätzung (cuenta de estima), gewiß sehr ungerecht sarcastisch, la corredera de los Holandeses, corredera de los perezosos. In dem Schiffsjournale des Christoph Columbus wird oft des Streites gedacht mit Alonso Pinzon über die Länge des zurückgelegten Weges seit der Abfahrt von Palos. Die gebrauchten Sanduhren, ampolletas, liefen in einer halben Stunde ab, so daß der Zeitraum von Tag und Nacht zu 48 ampolletas gerechnet wurde. Es heißt in jenem wichtigen Schiffsjournale des Columbus (z. B. den 22. Januar 1493): andaba 8 millas por hora hasta pasadas 5 ampolletas, y 3 antes que comenzase la guardia, que eran 8 ampolletas (Navarrete T. I. p. 143). Das Log, la corredera, wird nie genannt. Soll man annehmen, Columbus habe es gekannt, benutzt und als ein schon sehr gewöhnliches Mittel nicht zu nennen nöthig erachtet, wie Marco Polo nicht des Thees und der chinesischen Mauer erwähnt hat? Eine solche Annahme scheint mir schon deshalb sehr unwahrscheinlich, weil in den Vorschlägen, welche der Pilot Don Jayme Ferrer 1495 einreicht, um die Lage der päbstlichen Demarcationslinie genau zu ergründen, es auf die Bestimmung der „gesegelten Distanz" ankommt, und doch nur das übereinstimmende Urtheil (juicio) von 20 sehr erfahrenen Seeleuten angerufen wird (que apunten en su carta de 6 en 6 horas el camino que la nao fará segun su juicio). Hätte das Log angewandt werden sollen, so würde Ferrer gewiß vorgeschrieben haben, wie oft es ausgeworfen

gleichzeitig sammelte man und beschrieb, was später für die Theorie der successiven Hebung der Gebirgsketten so wichtig wurde, fossile Mastodonten-Knochen auf den Hochebenen von Mexico, Neu-Granada und Peru. Die Benennungen: Giganten-Knochen und Giganten-Felder (Campos de Gigantes) bezeugen das Phantastische der ersten Deutungen.

Was in dieser vielbewegten Zeit auch wesentlich zur Erweiterung der Weltansichten beitrug, war der unmittelbare Contact einer zahlreichen europäischen Menschenmasse mit der freien und dabei großartigen exotischen Natur in den Ebenen und Gebirgsländern von Amerika, wie auch (als Folge der Schifffahrt von Vasco de Gama) an den östlichen Küsten von Afrika und Südindien. Hier legte schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts ein portugiesischer Arzt, Garcia de Orta, da wo jetzt Bombay liegt, unter dem Schutze des edlen Martin Alfonso de Sousa, einen botanischen Garten an, in welchem er die Arzneigewächse der Umgegend cultivirte. Die Muse des Camoens hat ihm ein patriotisches Lob gespendet. Der Trieb zum Selbstbeobachten war nun überall erwacht, während die cosmographischen Schriften des Mittelalters minder das Resultat eigener Anschauung gewesen sind, als Compilationen, welche die Meinungen des classischen Alterthums einförmig wiedergaben. Zwei der größten Männer des 16. Jahrhunderts, Conrad Gesner und Andreas Cäsalpinus, haben in Zoologie und Botanik einen neuen Weg rühmlichst vorgezeichnet.

Um anschaulicher den frühen Einfluß zu bezeichnen, den die oceanischen Entdeckungen auf die erweiterte Sphäre des physischen und astronomisch-nautischen Wissens ausgeübt, will ich, am Schluß dieser Schilderung, auf einige Lichtpunkte aufmerksam machen, die wir bereits in den Berichten des Columbus aufglimmen sehen. Ihr erster schwacher Glanz verdient um so sorgfältiger beachtet zu werden, als sie die Keime allgemeiner kosmischer Ansichten enthalten. Ich übergehe die Beweise von Resultaten, welche ich hier aufstelle, weil ich dieselben in einer anderen Schrift: „Kritische Untersuchungen über die historische Entwickelung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt und der nautischen Astronomie in dem 15ten und 16ten Jahrhundert" ausführlich gegeben habe. Um aber dem Verdacht zu entgehen, daß ich die Ansichten der neueren Physik den Beobachtungen des Columbus unterlege, fange ich ausnahmsweise damit an, aus einem Briefe, den der Admiral im Monat October 1498 aus Haiti geschrieben, einige Zeilen wörtlich zu übersetzen. Es heißt in diesem Briefe: „Jedesmal, wenn ich von Spanien nach Indien segle, finde ich, sobald ich hundert Seemeilen nach Westen von den Azoren gelange, eine außerordentliche Veränderung in der Bewegung der himmlischen Körper, in der Temperatur der Luft und in der Beschaffenheit des Meeres. Ich habe diese Veränderungen mit besonderer Sorgfalt beobachtet, und erkannt, daß die Seecompasse (agujas de marcar), deren Declination bisher in Nordosten war, sich nun nach Nordwesten hinüberbewegten; und wenn ich diesen Strich (raya), wie den Rücken eines Hügels (como quien traspone una cuesta), überschritten hatte, fand ich die See mit einer solchen Masse von Tang, gleich kleinen Tannenzweigen, die Pistacien-Früchte tragen, bedeckt, daß wir glauben mußten, die Schiffe würden aus Mangel von Wasser auf eine Untiefe auflaufen. Vor dem eben bezeichneten Striche aber war keine Spur von solchem Seekraute zu sehen. Auch wird auf der Grenzscheide (hundert Meilen westlich von den Azoren) auf einmal das Meer still und ruhig, fast nie von einem Winde bewegt. Als ich von den canarischen Inseln bis zum Parallel von Sierra Leone herabkam, hatte ich eine furchtbare Hitze zu ertragen; sobald wir aber uns jenseits der oben erwähnten raya (in Westen des Meridians der azorischen Inselgruppe) befanden, veränderte sich das Klima, die Luft wurde gemäßigt, und die Frische nahm zu, je weiter wir vorwärts kamen.

Diese Stelle, welche durch mehrere andere in den Schriften des Columbus erläutert wird, enthält Ansichten der physischen Erdkunde, Bemerkungen über den Einfluß der geo-

---

im Text erwähnte früheste Beachtung der fossilen Knochen in den amerikanischen Giganten-Feldern s. Garcilaso lib. IX cap. 9, Acosta lib. IV, cap. 30 und Hernandez (ed. von 1556) T. I. cap. 32 p. 105.

graphischen Länge auf die Abweichung der Magnetnadel, über die Inflexion der isothermen Linien zwischen den Westküsten des Alten und den Ostküsten des Neuen Continents, über die Lage der großen Sargasso-Bank in dem Becken des atlantischen Meeres, und die Beziehungen, in welchen dieser Meeresstrich zu dem über ihm liegenden Theile der Atmosphäre steht. Irrige Beobachtungen*) der Bewegung des Polarsternes in der Nähe der azorischen Inseln hatten Columbus schon auf der ersten Reise, bei der Schwäche seiner mathematischen Kenntnisse, zu dem Glauben an eine Unregelmäßigkeit in der Kugelgestalt der Erde verführt. In der westlichen Hemisphäre ist nach ihm „die Erde angeschwollener, die Schiffe gelangen allmählich in größere Nähe des Himmels, wenn sie an den Meeresstrich (raya) kommen, wo die Magnetnadel nach dem wahren Norden weist; eine solche Erhöhung (cuesta) ist die Ursach der kühleren Temperatur." Der feierliche Empfang des Admirals in Barcelona war im April 1493, und schon am 4. Mai desselben Jahres wird jene berühmte Bulle, welche die Demarcationslinie†) zwischen dem spanischen und portugiesischen Besitzrechte in einer Entfernung von 100 Meilen westlich von den Azoren „auf ewige Zeiten" feststellt, vom Pabste Alexander VI. unterzeichnet. Wenn man dazu erwägt, daß Columbus gleich nach seiner Rückkehr von der ersten Entdeckungsreise die Absicht hatte, selbst nach Rom zu gehen, um, wie er sagt, „dem Pabste über alles, was er entdeckt, Bericht abzustatten;" wenn man der Wichtigkeit gedenkt, welche die Zeitgenossen des Columbus auf die Auffindung der magnetischen Curve ohne Abweichung legten: so kann man wohl eine von mir zuerst aufgestellte historische Behauptung gerechtfertigt finden, die Behauptung, daß der Admiral in dem Augenblicke der höchsten Hofgunst daran gearbeitet hat, „die physische Abgrenzungslinie in eine politische verwandeln zu lassen."

Der Einfluß, den die Entdeckung von Amerika und die damit zusammenhangenden oceanischen Unternehmungen so schnell auf das gesammte physikalische und astronomische Wissen ausgeübt haben, wird am lebendigsten fühlbar gemacht, wenn man an die frühesten Eindrücke der Zeitgenossen und an den weiten Umfang wissenschaftlicher Bestrebungen erinnert, von denen der wichtigere Theil in die erste Hälfte des 16ten Jahrhunderts fällt. Christoph Columbus hat nicht allein das unbestreitbare Verdienst, zuerst eine Linie ohne magnetische Abweichung entdeckt, sondern auch durch seine Betrachtungen über die fortschreitende Zunahme der westlichen Abweichung, indem er sich von jener Linie entfernte, das Studium des Erdmagnetismus in Europa zuerst angeregt zu haben. Daß meist überall die Endspitzen einer sich frei bewegenden Magnetnadel nicht genau nach dem geographischen Nord- und Südpol hinweisen, würde zwar in dem mittelländischen Meere und an allen Orten, wo im zwölften Jahrhunderte die Abweichung über 8 bis 10 Grade betrug,

*) Observations de Christophe Colomb sur le passage de la Polaire par le méridien in meiner Relation hist. T. I. p. 506 und im Examen crit. T. III. p. 17–20, 44–51 und 56–61. (Vergl. auch Navarrete im Reisejournal des Columbus vom 16–30. Sept. 1492 p. 9, 15 und 254.)

†) Ueber die sonderbaren Verschiedenheiten der Bula de concesion á los Reyes Catholicos de las Indias descubiertas y que se descubrieren vom 3. Mai 1493 und der Bula de Alexandro VI. sobre la particion del Oceano von 4. Mai 1493 (erläutert in der Bula de extension vom 25. September 1493) s. Examen crit. T. III. p. 52–54. Sehr verschieden von dieser Demarcationslinie ist die in der Capitulacion de la particion del Mar Oceano entre los Reyes Catholicos y Don Juan Rey de Portugal vom 7. Junius 1494 bestimmte Scheidungslinie, 370 leguas (zu 17½ auf einen Aequatorialgrad) westlich von den capverdischen Inseln. (Vergl. Navarrete, Coleccion de los Viages y descubr. de los Esp. T. II. p. 28–35, 116–143 und 404, T. IV. p. 55 und 252.) Die letztgenannte, welche zu dem Verkauf der Molukken (de el Maluco) an Portugal 1529 für die Summe von 350,000 Golducaten geführt hat, stand in keiner Beziehung mit magnetischen und meteorologischen Phantasien. Die päbstlichen Demarcationslinien verdienen aber darum hier eine genauere Anführung, weil sie, wie im Texte erwähnt ist, einen großen Einfluß auf die Bestrebungen nach Vervollkommnung der nautischen Astronomie und besonders der Längenmethoden ausgeübt haben. Recht merkwürdig ist es auch, daß die Capitulacion vom 7. Jun. 1494 schon das erste Beispiel von der festen Bezeichnung eines Meridians durch in Felsen eingegrabene Marken oder errichtete Thürme giebt. Es wird befohlen: „que se haga alguna señal ó torre" überall, wo der Grenzmeridian von Pol zu Pol in der östlichen oder westlichen Halbkugel eine Insel oder einen Continent durchschneidet. In den Continenten soll die raya, von Distanz zu Distanz, durch eine Reihe solcher Zeichen oder Thürme kenntlich gemacht werden: was allerdings kein kleines Unternehmen gewesen wäre!

auch bei einer großen Unvollkommenheit der Instrumente leicht mehrfach erkannt worden sein. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß die Araber oder die Kreuzfahrer, die mit dem Orient von 1096 bis 1270 in Berührung standen, indem sie den Gebrauch der chinesischen und indischen Seecompasse verbreiteten, zugleich auch damals schon auf die Nordost- und Nordwest-Weisung in verschiedenen Weltgegenden wie auf eine längst erkannte Erscheinung aufmerksam machten. Wir wissen nämlich bestimmt aus dem chinesischen Penthsaoyan, welches unter der Dynastie der Song*) zwischen 1111 und 1117 geschrieben ist, daß man damals die Quantität der westlichen Abweichung längst zu messen verstand. Was dem Columbus gehört, ist nicht die erste Beobachtung der Existenz der Abweichung (letztere findet sich z. B. schon auf der Carte von Andrea Bianco 1436 angegeben) sondern die Bemerkung, welche er am 13. Sept. 1492 machte, „daß 2° 1/2 östlich von der Insel Corvo die magnetische Variation sich verändert, daß sie von NO. nach NW. überging."

Diese Entdeckung einer **magnetischen Linie ohne Abweichung** bezeichnet einen denkwürdigen Zeitpunkt in der nautischen Astronomie. Sie wird, mit gerechtem Lobe, von Oviedo, las Casas und Herrera gefeiert. Wenn man dieselbe mit Livio Sanuto dem berühmten Seemann Sebastian Cabot zuschreibt, so vergißt man, daß dessen erste, auf Kosten einiger Kaufleute von Bristol unternommene und durch die Berührung des Festlandes von Amerika gekrönte Reise um fünf Jahre später fällt, als die erste Expedition des Columbus. Dieser aber hat nicht bloß das Verdienst gehabt, im atlantischen Ocean eine Gegend aufgefunden zu haben, in welcher damals der magnetische Meridian mit dem geographischen zusammenfiel; er machte zugleich auch die sinnreiche Bemerkung, daß die magnetische Abweichung mit dazu dienen könne, den Ort des Schiffes in Hinsicht auf dessen **Länge** zu bestimmen. In dem Journal der zweiten Reise (April 1496) sehen wir den Admiral sich wirklich nach der beobachteten Abweichung orientiren. Die Schwierigkeiten, welche dieser Längenmethode besonders da entgegen stehen, wo die magnetischen Abweichungscurven sich so beträchtlich krümmen, daß sie nicht der Richtung der Meridiane, sondern in großen Strecken der der Parallele folgen, waren freilich damals noch unbekannt. Magnetische und astronomische Methoden wurden ängstlich gesucht, um auf Land und Meer die Punkte zu bestimmen, welche von der ideal aufgestellten Demarcationslinie durchschnitten werden. Die Wissenschaft und der unvollkommene Zustand aller auf dem Meere zu brauchenden, raum- und zeitmessenden Instrumente waren 1493 der praktischen Lösung einer so schwierigen Aufgabe noch nicht gewachsen. Unter diesen Verhältnissen leistete Pabst Alexander VI., indem er den Uebermuth hatte, eine Erdhälfte unter zwei mächtige Reiche zu theilen, ohne es zu wissen, gleichzeitig wesentliche Dienste der astronomischen Nautik und der physikalischen Lehre vom Erdmagnetismus. Auch wurden die Seemächte von da an mit einer Unzahl unausführbarer Vorschläge bedrängt. Sebastian Cabot (so berichtet sein Freund Richard Eden) rühmte sich noch auf seinem Sterbebette, daß ihm „durch **göttliche Offenbarung** eine untrügliche Methode mitgetheilt worden sei, die geographische Länge zu finden." Diese Offenbarung war der feste Glaube an die mit den Meridianen sich regelmäßig und schnell verändernde magnetische Abweichung. Der Cosmograph Alonso de Santa Cruz, einer der Lehrer des Kaisers Carls V., unternahm es, die erste allgemeine

*) Sehr bemerkenswerth scheint mir zu sein, daß der früheste classische Schriftsteller über den Erdmagnetismus, William Gilbert, bei welchem man nicht die geringste Kenntniß der chinesischen Literatur vermuthen kann, doch den Seecompaß für eine chinesische Erfindung hält, die Marco Polo nach Europa gebracht habe: „Illa quidem pyxide nihil unquam humanis excogitatum artibus humano generi profuisse magis, constat. Sciencia nauticae pyxidulae traducta videtur in Italiam per Paulum Venetum, qui circa annum MCCLX apud Chinas artem pyxidis didicit." (*Guilielmi Gilberti Colcestrensis, Medici Londinensis*, de Magnete Physiologia nova, Lond. 1600 p. 4.) Die Einführung durch Marco Polo, dessen Reisen in die Jahre 1271–1295 fallen, der also nach Italien zurückkehrte, als Guyot de Provins in seinem Gedichte des Seecompasses, wie Jacques de Vitry und Dante, als eines längst bekannten Instrumentes gedacht hatten, ist durch nichts begründet. Ehe Marco Polo abreiste, schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts, bedienten sich Catalanen und Basken des Seecompasses. S. Raymundus **Lullus** in der Abhandlung de contemplatione, die 1272 geschrieben ist.)

Variations-Carte*) zu entwerfen: schon um das Jahr 1530, also anderthalb Jahrhunderte vor Halley, freilich nach sehr unvollständigen Beobachtungen.

Von dem Fortschreiten, d. h. der Bewegung der magnetischen Linien, deren Kenntniß man gewöhnlich dem Gassendi zuschreibt, hatte selbst William Gilbert noch keine Ahndung, während früher Acosta, „durch portugiesische Seefahrer unterrichtet," auf dem ganzen Erdboden vier Linien ohne Abweichung annahm†). Kaum war in England durch Robert Norman 1576 die Inclinations-Boussole erfunden, so rühmte sich Gilbert, mittelst dieses Instruments in dunkler, sternloser Nacht (aëre caliginoso) den Ort des Schiffes zu bestimmen‡). Ich habe, auf eigene Beobachtungen in der Südsee gestützt, gleich nach meiner Rückkehr nach Europa gezeigt, wie unter gewissen Localverhältnissen, z. B. an den Küsten von Peru in der Jahreszeit der beständigen Nebel (garua), aus der Inclination die Breite mit einer für die Bedürfnisse der Schifffahrt hinreichenden Genauigkeit bestimmt werden kann. Es ist hier bei diesen Einzelnheiten in der Absicht verweilt worden, um an der gründlichen Betrachtung eines wichtigen kosmischen Gegenstandes zu zeigen, wie (wenn man die Messung der Intensität der magnetischen Kraft und der stündlichen Veränderungen der Declination abrechnet) im 16ten Jahrhundert schon alles zur Sprache kam, was die Physiker noch heute beschäftigt. Auf der merkwürdigen Carte von Amerika, die der römischen Ausgabe von der Geographie des Ptolemäus vom Jahre 1508 beigefügt ist, findet sich nördlich von Gruentlant (Grönland), das als ein Theil von Asien dargestellt wird, der magnetische Pol als ein Inselberg verzeichnet. Martin Cortez in dem Breve Compendio de la Sphera (1545) und Livio Sanuto in der Geographia de Tolomeo (1588) setzen ihn südlicher. Letzterer nährte schon das, leider! noch bis in die neuere Zeit verbreitete Vorurtheil, daß, „wenn man so glücklich wäre, den magnetischen Pol (il calamitico) selbst zu erreichen, man dort alcun miracoloso stupendo effetto erleben würde."

In dem Gebiete der Wärmevertheilung und Meteorologie war schon am Ende des 15ten und in dem Anfange des 16ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit gerichtet auf die mit westlicher geographischer Länge abnehmende Wärme ‖) (auf die Krümmung der isothermen Linien), auf das von Bacon von Verulam verallgemeinerte Drehungsgesetz der Winde ¶), auf die Abnahme der Luftfeuchtigkeit und Regenmenge durch Zerstörung der Waldungen **),

*) Das Zeugniß über den sterbenden Sebastian Cabot s. in der mit vieler historischer Kritik abgefaßten Schrift von Biddle, Memoir of Seb. Cabot p. 222. „Man kennt," sagt Biddle, „mit Genauigkeit weder das Todesjahr noch den Begräbnißort des großen Seefahrers, der Großbritannien fast einen Continent geschenkt und ohne den (wie ohne Sir Walter Ralegh) vielleicht die englische Sprache nicht von vielen Millionen der Bewohner Amerika's gesprochen würde." — Ueber die Materialien, nach denen die Variations-Carte des Alonso de Sta. Cruz construirt war, wie über die Variations-Compasse, deren Vorrichtung schon zugleich erlaubte Sonnenhöhen zu nehmen, s. Navarrete, Noticia biografica del Cosmografo Alonso de Santa Cruz p. 3–8. Der erste Variations-Compaß war schon vor 1525 von einem kunstreichen Apotheker aus Sevilla, Felipe Guillen, zu Stande gebracht. Das Bestreben, die Richtung der magnetischen Declinations-Curven genauer kennen zu lernen, war so groß, daß 1585 Juan Jayme mit Francisco Gali bloß deshalb von Manila nach Acapulco schiffte, um ein von ihm erfundenes Declinations-Instrument in der Südsee zu prüfen. S. mein Essai polit. sur la Nouv. Esp. T. IV, p. 110.

†) Acosta, Hist. natural de las Indias lib. I. cap. 17. Diese vier magnetischen Linien ohne Abweichung haben Halley durch die Streitigkeiten zwischen Henry Bond und Beckborrow auf die Theorie von vier magnetischen Polen geführt.

‡) Gilbert, de Magnete Physiologia nova lib. V. cap. 8 pag. 200.

‖) In der gemäßigten und kalten Zone ist diese Krümmung der Isothermen zwischen den westlichen Küsten von Europa und den östlichen Küsten von Nordamerika allerdings allgemein, aber im Inneren der Tropenzone laufen die Isothermen dem Aequator fast parallel; und in den raschen Schlüssen, zu denen sich Columbus verleitet sieht, blieben unbeachtet die Unterschiede des See- und Landklima's wie der Ost- und Westküsten, der Einfluß der Breite und der Winde, die über Afrika wegwehen. (Vergl. die merkwürdigen Betrachtungen über die Klimate, welche in der Vida del Almirante cap. 66 zusammengestellt sind.) Die frühe Ahndung des Columbus von der Krümmung der Isothermen im atlantischen Ocean war wohl begründet, wenn man sie auf die außer-tropische (gemäßigte und kalte) Zone beschränkt.

¶) Eine Beobachtung von Columbus (Vida del Almirante cap. 55, Examen crit. T. IV. p. 253, Kosmos Buch I. S. 167, Anm. **).

**) Der Admiral, sagt Fernando Colon (Vida del Alm. cap. 58), schrieb dem Umfang und der Dichtigkeit der Wälder, welche die Rücken der Berge bedeckten, die vielen erfrischenden, die Luft abkühlenden Regengüsse zu, denen er ausgesetzt war, so lange er längs der Küste von Jamaica hinsegelte. Er bemerkt bei dieser Gelegenheit in seinem Schiffsjournale: daß „vormals die Wassermenge eben so groß war auf Madeira, auf den canarischen und azorischen Inseln; aber daß seit der Zeit, wo man die Bäume abgehauen hat, welche Schatten verbreiteten, die Regen daselbst viel seltener geworden sind." Diese Warnung ist drei und ein halbes Jahrhundert fast unbeachtet geblieben.

auf die mit der zunehmenden Höhe über dem Meeresspiegel sich vermindernde Temperatur und auf die untere Grenze des ewigen Schnees. Daß diese Grenze **Function der geographischen Breite** ist, wurde zuerst von Petrus Martyr Anghiera 1510 erkannt. Alonso de Hojedo und Amerigo Vespucci hatten die Schneeberge von Santa Marta (Tierras nevadas de Citarma) bereits 1500 gesehen; Rodrigo Bastidas und Juan de la Cosa untersuchten sie mehr in der Nähe 1501; aber erst nach den Nachrichten, welche der Pilot Juan Vespucci, Neffe des Amerigo, seinem Beschützer und Freunde Anghiera über die Expedition des Colmenares mittheilte, bekam die an dem Gebirgsufer des antillischen Meeres sichtbare **tropische Schneeregion** eine große, man möchte sagen eine kosmische Bedeutung. Die untere Schneegrenze wurde nun mit allgemeinen Verhältnissen der Wärmeabnahme und der Verschiedenheit der Klimate in Verbindung gesetzt. Herodot in seinen Untersuchungen über das Steigen des Nils hatte (II, 22) die Existenz der Schneeberge südlich vom Wendekreise des Krebses gänzlich geläugnet. Alexanders Heerzüge führten die Griechen zwar zu den Nevadas des Hindu-Kho (ὄρη ἀγάννιφα): aber diese liegen zwischen 34° und 36° nördlicher Breite. Die einzige, von Physikern sehr unbeachtete, Angabe von „Schnee in der Aequatorial-Zone," die ich vor der Entdeckung von Amerika und vor dem Jahre 1500 kenne, ist in der berühmten Inschrift von Adulis enthalten, welche von Niebuhr für jünger als Juba und August gehalten wurde. Die gewonnene Erkenntniß der Abhängigkeit der unteren Schneegrenze von dem Polarabstande des Orts *), die erste Einsicht in das Gesetz der senkrecht abnehmenden Wärme und die dadurch bedingte Senkung einer ohngefähr gleich kalten oberen Luftschicht vom Aequator gegen die Pole hin bezeichnen einen nicht unwichtigen Zeitpunkt in der Geschichte unseres physikalischen Wissens.

Begünstigten dieses Wissen zufällige, ihrem Ursprunge nach ganz unwissenschaftliche Beobachtungen in den plötzlich erweiterten Naturkreisen, so blieb dagegen dem Zeitalter, das wir schildern, eine andere Begünstigung, die einer rein scientifischen Anregung, durch das Mißgeschick sonderbarer Verhältnisse entzogen. Der größte Physiker des fünfzehnten Jahrhunderts, der mit ausgezeichneten mathematischen Kenntnissen den bewundernswürdigsten Tiefblick in die Natur verband, Leonardo da Vinci, war der Zeitgenosse des Columbus; er starb drei Jahre nach ihm. Die Meteorologie hatte den ruhmgekrönten Künstler eben so viel als die Hydraulik und Optik beschäftigt. Er wirkte bei seinem Leben durch die großen Werke der Malerei, welche er schuf, und durch seine begeisterte Rede: nicht durch Schriften. Wären die physischen Ansichten des Leonardo da Vinci nicht in seinen Manuscripten vergraben geblieben, so würde das Feld der Beobachtung, welches die neue Welt darbot, schon vor der großen Epoche von Galilei, Pascal und Huygens in vielen Theilen wissenschaftlich bearbeitet worden sein. Wie Francis Bacon und ein volles Jahrhundert vor diesem, hielt er die **Induction** für die einzige sichere Methode in der Naturwissenschaft; dobbiamo cominciare dall' esperienza, e per mezzo di questa scoprirne la ragione †).

So wie nun, selbst bei dem Mangel messender Instrumente, klimatische Verhältnisse in den tropischen Gebirgsländern, durch Vertheilung der Wärme, Extreme der Lufttrockenheit und Frequenz electrischer Explosionen, in den Schriften über die ersten Landreisen häufig besprochen wurden; so faßten auch sehr frühe die Seefahrer richtige Ansichten von der Direction und Schnelligkeit von Strömungen, die, Flüssen von sehr veränderlicher Breite vergleichbar, den atlantischen Ocean durchsetzen. Der eigentliche **Aequatorialstrom**, die

*) **Kosmos** Buch I. S. 175 und Anm., Examen crit. T. IV. p. 294. Asie centrale T. III. p. 235. Die Inschrift von Adulis, fast anderthalb tausend Jahre älter als Anghiera, spricht von abyssinischem Schnee, in den man bis an die Knie versinkt.

†) Leonardo da Vinci sagt von diesem Verfahren sehr schön: questo è il methodo da osservarsi nella ricerca de' fenomeni della natura. S. **Venturi**, *Essai sur les ouvrages* physico-mathématiques de Léonard de Vinci 1797 p. 31; **Amoretti**, Memorie storiche sù la vita di Lionardo da Vinci. Milano 1804 p. 143 (in seiner Ausgabe des Trattato della Pittura, T. XXXIII. der Classici Italiani); **Whewell**, Philos. of the inductive Sciences 1840 Vol. II. p. 368–370; **Brewster**, Life of Newton p. 332. Die meisten physikalischen Arbeiten des Leonardo da Vinci sind von 1498.

Bewegung der Wasser zwischen den Wendekreisen, ist zuerst von Columbus beschrieben worden. Es drückt sich derselbe darüber auf das bestimmteste und in großer Allgemeinheit in seiner dritten Reise aus. „Die Wasser bewegen sich con los cielos (wie das Himmelsgewölbe) von Osten nach Westen.“ Selbst die Richtung einzeln schwimmender Massen von Seetang *) bekräftigten diesen Glauben. Eine kleine Pfanne von leichtem Eisenblech, welche er in den Händen der Eingebornen der Insel Guadalupe fand, leitete Columbus auf die Vermuthung, daß sie europäischen Ursprunges und aus den Trümmern eines gescheiterten Schiffes entlehnt sein könnte, welche die Aequatorialströmung von den iberischen Küsten nach den amerikanischen geführt hätte. In seinen geognostisches Phantasien hielt er die Existenz der Inselreihe der kleinen Antillen wie die eigenthümliche Gestaltung der großen, d. i. die Uebereinstimmung der Richtung ihrer Küsten mit der der Breiten-Parallelen, für die lange Wirkung der ost-westlichen Meeresbewegung zwischen den Wendekreisen.

Als auf seiner vierten und letzten Reise der Admiral die nord-südliche Richtung der Küsten des Continents vom Vorgebirge Gracias a Dios bis zur Laguna de Chiriqui erkannte, fühlte er die Wirkungen der heftigen Strömung, welche nach N. und NNW. treibt und eine Folge des Stoßes des ost-westlichen Aequatorialstromes gegen die dammartig vorliegende Küste ist. Anghiera überlebte den Columbus lange genug, um die Ablenkung der atlantischen Gewässer in ihrem ganzen Zusammenhange aufzufassen, um den Wirbel in dem Golf von Mexico und die Fortpflanzung der Bewegung bis zu der Tierra de los Bacallaos (Neufundland) und der Mündung des St. Lorenzflusses zu erkennen. Ich habe an einem andern Orte umständlich entwickelt, wie viel die Expedition des Ponce de Leon im Jahr 1512 zur genaueren Feststellung der Ideen beigetragen hat, und daß man in einer von Sir Humphrey Gilbert zwischen 1567 und 1576 geschriebenen Abhandlung die Bewegung der Gewässer des atlantischen Meeres von dem Vorgebirge der guten Hoffnung bis zur Bank von Neufundland nach Ansichten behandelt findet, welche mit denen meines vortrefflichen dahingeschiedenen Freundes des Major Rennell fast ganz übereinstimmen.

Mit der Kenntniß der Strömungen verbreitete sich auch die der großen Bänke von Seetang (Fucus natans), der oceanischen Wiesen, welche das merkwürdige Schauspiel der Zusammenhäufung einer geselligen Pflanze auf einem Raume darbieten, dessen Flächeninhalt fast siebenmal den von Frankreich übertrifft. Die große Fucus-Bank, das eigentliche Mar de Sargasso, breitet sich aus zwischen 19° und 34° nördlicher Breite. Ihre Hauptaxe liegt ohngefähr sieben Grad westlich von der Insel Corvo. Die kleine Fucus-Bank fällt dagegen in den Raum zwischen den Bermuden und den Bahama-

*) Wie groß die Aufmerksamkeit auf Naturerscheinungen von früher Zeit an bei den Seeleuten gewesen ist, erkennt man auch in den ältesten spanischen Berichten. Diego de Lepe z. B. fand 1499 (wie ein Zeugniß in dem fiscalischen Processe gegen die Erben von Christoph Columbus es uns lehrt) mittelst eines mit Klappen-Ventilen versehenen Gefäßes, welches sich erst am Meeresboden öffnete, daß weit von der Mündung des Orinoco eine 6 Faden dicke Schicht süßen Wassers das Salzwasser bedeckt (Navarrete, Viages y descubrim. T. III. p. 549). Columbus schöpfte im Süden der Insel Cuba milchweißes Seewasser („weiß, als wäre Mehl hineingestreut“) um es in Flaschen mit nach Spanien zu nehmen (Vida del Almirante p. 56). Ich war der Längenbestimmungen wegen an denselben Punkten, und es hat mich Wunder genommen, daß dem alten erfahrenen Admiral die auf Untiefen so gewöhnliche trübe milchweiße Farbe des Seewassers eine neue unerwartete Erscheinung habe sein können. — Was den Golfstrom selbst betrifft, der als ein wichtiges kosmisches Phänomen zu betrachten ist, so waren die Wirkungen desselben schon lange vor der Entdeckung von Amerika auf den azorischen und canarischen Inseln durch Anschwemmung von Bambusrohr, Pinusstämmen und sonderbar gestalteten Leichnamen aus den Antillen, ja selbst durch die unwillkührliche Landung von fremden Menschen in Canots, „die nie untergehen können,“ vielfach beobachtet worden. Man schrieb dieselben aber damals allein der Stärke von Weststürmen zu (Vida del Almirante cap. 8; Herrera Dec. I. lib. I cap. 2, lib. IX cap. 12): ohne noch die von der Richtung der Winde ganz unabhängige Bewegung der Wasser, die gleichsam rückwirkende Inflexion des pelagischen Stromes gegen Osten und Südosten, d. h. den Impuls zu erkennen, welcher alljährlich tropische Früchte der Antillen den irischen und norwegischen Küsten zuführt. Vergl. das Memoire des Sir Humphrey Gilbert „über die Möglichkeit einer nordwestlichen Durchfahrt nach dem Cathai“ in Hakluyt, Navigation and Voyages Vol. III. p. 14, Herrera Dec. I. lib. IX cap. 12 und Examen crit. T. II. p. 247–257, T. III. p. 99–108.

schöne Stern am Fuß des südlichen Kreuzes bei seinem Durchgang durch den Meridian in Alexandrien nach 6° 10′ Höhe, während er jetzt daselbst mehrere Grade unter dem Horizonte culminirt. Um gegenwärtig (1847) *α* Crucis in 6° 10′ Höhe zu sehen, müßte man mit Rücksicht auf Strahlenbrechung sich 10° südlich von Alexandrien, in 21° 43′ nördlicher Breite, befinden. Auch die christlichen Einsiedler in der Thebaide können im vierten Jahrhundert das Kreuz noch in 10° Höhe gesehen haben. Ich zweifle indeß, daß von ihnen seine Benennung herrühre; denn Dante in der berühmten Stelle des Purgatorio:

> Io mi volsi a man destra, e posi mente
> All' altro polo, e vidi quattro stelle
> Non viste mai fuor ch' alla prima gente

und Amerigo Vespucci, welcher dieser Stelle in seiner dritten Reise bei dem Anblick des gestirnten südlichen Himmels zuerst gedachte, ja sich rühmte „die vier nur von dem ersten Menschenpaar gesehenen Sterne nun selbst zu schauen," kennen die Benennung des Südkreuzes noch nicht. Amerigo sagt ganz einfach: die vier Sterne bilden eine rhomboidale Figur, una mandorla, und diese Bemerkung ist vom Jahr 1501. Je mehr die Seereisen auf den durch Gama und Magellan eröffneten Wegen sich um das Vorgebirge der guten Hoffnung und durch die Südsee vervielfältigen und christliche Missionare in den neu entdeckten Tropenländern Amerika's vordrangen, desto mehr nahm der Ruf jenes Sternbildes zu. Ich finde es zuerst als ein Wunderkreuz (croce maravigliosa), „herrlicher als alle Constellationen des ganzen Himmels," von dem Florentiner Andrea Corsali (1517), später (1520) auch von Pigafetta genannt. Der belesenere Florentiner rühmt Dante's prophetischen Geist: als hätte der große Dichter nicht eben so viel Erudition wie Schöpfungsgabe besessen, als hätte er nicht arabische Sterngloben gesehen und mit vielen orientalischen Reisenden aus Pisa verkehrt*). Daß in den spanischen Niederlassungen im tropischen Amerika die ersten Ansiedler sich gern, wie noch jetzt, der verschiedentlich geneigten oder senkrechten Stellung des südlichen Kreuzes als einer Himmelsuhr bedienten, bemerkt schon Acosta in seiner Historia natural y moral de las Indias †).

Durch das Vorrücken der Nachtgleichen verändert sich an jedem Punkte der Erde der Anblick des gestirnten Himmels. Das alte Menschengeschlecht hat im hohen Norden prachtvolle

---

*) Ich habe an einem anderen Orte die Zweifel, welche mehrere berühmte Commentatoren des Dante in neueren Zeiten über die quattro stelle geäußert, zu lösen gesucht. Um das Problem in seinem ganzen Umfang zu fassen, muß die Stelle Io mi volsi ... (Purgat. I v. 22–24) mit den anderen Stellen: Purg. I. v. 37, VIII v. 85–93, XXIX v. 121, XXX v. 97, XXXI v. 106 und Inf. XXVI v. 117 und 127 verglichen werden. Der Mailänder Astronom De Cesaris hielt die drei facelle (Di che'l polo di quà tutto quanto arde und welche untergehen, wenn die vier Sterne des Kreuzes aufgehen) für Canopus, Achernar und Fomahaut. Ich habe versucht, die Schwierigkeiten durch die nachfolgenden Betrachtungen zu lösen: „Le mysticisme philosophique et religieux qui pénètre et vivifie l'immense composition du Dante, assigne à tous les objets, à côté de leur existence réelle ou matérielle, une existence idéale. C'est comme deux mondes, dont l'un est le reflet de l'autre. Le groupe des quatre étoiles représente, dans l'ordre moral, les *vertus cardinales*, la prudence, la justice, la force et la tempérance; elles méritent pour cela le nom de „saintes lumières, *luci sante*." Les trois étoiles „qui éclairent le pole," représentent les *vertus théologales*, la foi, l'espérance et la charité. Les premiers de ces êtres nous révèlent eux-mêmes leur double nature; ils chantent: „Ici nous sommes des nymphes, dans le ciel nous sommes des étoiles; *Noi sem qui Ninfe, e nel ciel semo stelle*." Dans la *Terre de la vérité*, le Paradis terrestre, sept nymphes se trouvent réunies: *In cerchio le facevan di se claustro le sette Ninfe*. C'est la réunion des vertus cardinales et théologales. Sous ces formes mystiques, les objets réels du firmament, éloignés les uns des autres, d'après les lois éternelles de la *Mécanique céleste*, se reconnaissent à peine. Le monde idéal est une libre création de l'ame, le produit de l'inspiration poétique." (Examen crit. T. IV. p. 324–332.)

†) Acosta, lib. I cap 5. Vergl. meine Relation historique T. I. p. 209. Da die Sterne *α* und *γ* des südlichen Kreuzes fast einerlei Geradaufsteigung haben, so erscheint das Kreuz senkrecht, wenn es durch den Meridian geht; aber die Eingeborenen vergessen nur zu oft, daß diese Himmelsuhr jeden Tag um 3′ 56″ voreilt. — Alle Berechnungen über das Sichtbarsein südlicher Sterne in nördlichen Breiten verdanke ich den freundschaftlichen Mittheilungen des Herrn Dr. Galle, der zuerst den Planeten von Le Verrier am Himmel aufgefunden. „Die Unsicherheit der Berechnung, nach welcher der Stern *α* des südlichen Kreuzes, mit Rücksicht auf Refraction, für 52° 25′ nördlicher Breite um das Jahr 2900 vor der christlichen Zeitrechnung anfing unsichtbar zu werden, kann vielleicht mehr als 100 Jahre betragen, und würde sich auch bei strengster Berechnungsform nicht ganz beseitigen lassen, da die eigene Bewegung der Fixsterne für so lange Zeiträume wohl nicht gleichförmig ist. Die eigene Bewegung von *α* Crucis beträgt etwa 1/3 Secunde jährlich, meist im Sinne der Rectascension. Von der durch Vernachlässigung derselben erzeugten Unsicherheit steht zu erwarten, daß sie die obige Zeitgrenze nicht übersteige."

südliche Sternbilder aufsteigen sehen, welche, lange unsichtbar, erst nach Jahrtausenden wiederkehren werden. Canopus war schon zur Zeit des Columbus zu Toledo (Br. 39° 54′) voll 1° 20′ unter dem Horizont; jetzt erhebt er sich noch fast eben so viel über den Horizont von Cadix. Für Berlin und die nördlichen Breiten überhaupt sind die Sterne des südlichen Kreuzes, wie α und β des Centauren, mehr und mehr im Entfernen begriffen, während sich die Magellanischen Wolken unseren Breiten langsam nähern. Canopus ist in dem verflossenen Jahrtausend in seiner größten nördlichen Annäherung gewesen, und geht jetzt, doch überaus langsam wegen seiner Nähe am Südpol der Ekliptik, immer mehr südlich. Das Kreuz fing in 52° ½ nördlicher Breite an unsichtbar zu werden 2900 Jahre vor unserer Zeitrechnung, da dieses Sternbild, nach Galle, sich vorher auf mehr als 10° Höhe hatte erheben können. Als es an dem Horizont unserer baltischen Länder verschwand, stand in Aegypten schon ein halbes Jahrtausend die große Pyramide des Cheops. Das Hirtenvolk der Hyksos machte seinen Einfall 700 Jahre später. Die Vorzeit tritt uns scheinbar näher, wenn man ihr Maaß an denkwürdige Ereignisse knüpft.

Gleichzeitig mit der Erweiterung einer mehr beschaulichen als wissenschaftlichen Kenntniß der Himmelsräume waren die Fortschritte in der nautischen Astronomie, d. h. in der Vervollkommnung der Methoden den Ort des Schiffes (seine geographische Breite und Länge) zu bestimmen. Alles, was in dem Laufe der Zeiten diese Fortschritte der Schifffahrtskunde hat begünstigen können: der Compaß und die sichere Ergründung der magnetischen Abweichung, die Messung der Geschwindigkeit durch die sorgfältigere Vorrichtung des Logs wie den Gebrauch der Chronometer und Mond-Abstände, die bessere Construction der Fahrzeuge, die Ersetzung der Kräfte des Windes durch eine andere Kraft, vor allem aber die geschickte Anwendung der Astronomie auf die Schiffsrechnung; darf als kräftige Mittel betrachtet werden zur Erschließung der gesammten Erdräume, zur beschleunigten Belebung des Weltverkehrs, zur Ergründung kosmischer Verhältnisse. Diesen Standpunkt auffassend, erinnern wir hier von neuem daran, wie schon in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in der Marine der Catalanen und der Insel Majorca „nautische Instrumente üblich waren, um die Zeit durch Sternhöhen zu finden," und wie das von Raymundus Lullus in seiner Arte de Navegar beschriebene Astrolabium fast zweihundert Jahre älter ist als das des Martin Behaim. Die Wichtigkeit der astronomischen Methoden wurde in Portugal so lebhaft anerkannt, daß gegen das Jahr 1484 Behaim zum Präsidenten einer „Junta de Mathematicos" ernannt wurde, welche Tafeln der Declination der Sonne berechnen und, wie Barras sagt*), die Piloten lehren sollte, die maneira de navegar per altura do Sol. Von dieser Schifffahrt „nach den Meridian-Höhen der Sonne" wurde damals schon scharf die Schifffahrt por la altura del Este-Oeste †), d. h. durch Längenbestimmungen, unterschieden.

Das Bedürfniß, die Lage der päpstlichen Demarcationslinie, und so in dem neu entdeckten Brasilien und den südindischen Inseln die Grenze zwischen dem rechtmäßigen Besitze der portugiesischen und spanischen Krone aufzufinden, vermehrte, wie wir schon oben bemerkt, den Drang nach praktischen Längenmethoden. Man fühlte, wie selten die alte unvollkommene hipparchische Methode der Mondfinsternisse anzuwenden sei, und der Gebrauch der Monddistanzen wurde schon 1514 von dem Nürnberger Astronomen Johann Werner, und bald nachher von Orontius Finäus und Gemma Frisius anempfohlen. Leider mußte aber diese Methode lange unanwendbar bleiben, bis, nach den vielen vergeblichen Versuchen mit den Instrumenten von Peter Apianus (Bienewitz) und Alonso de Santa Cruz, durch Newton's Scharfsinn (1700) der Spiegel-Sextant erfunden und durch Hadley (1731) unter die Seefahrer verbreitet wurde.

---

*) Barros da Asia Dec. I. liv. IV cap. 2 (1778) p. 282.

†) Navarrete, Coleccion de los Viages y Descubrimientos que hiciéron por mar los Españoles T. IV. p. XXXII (in der Noticia Biografica de Fernando de Magallanes).

Die Zeiten der Conquista, das Ende des funfzehnten und den Anfang des sechzehnten Jahrhunderts, bezeichnet ein wundersames Zusammentreffen großer Ereignisse in dem politischen und sittlichen Leben der Völker von Europa. In demselben Monat, in welchem Hernan Cortez nach der Schlacht von Otumba gegen Mexico anzog, um es zu belagern, verbrannte Martin Luther die päpstliche Bulle zu Wittenberg und begründete die Reform, welche dem Geiste Freiheit und Fortschritte auf fast unversuchten Bahnen verhieß *). Früher noch traten, wie aus ihren Gräbern, die herrlichsten Gebilde der alten hellenischen Kunst hervor: der Laocoon, der Torso, der Apoll von Belvedere und die mediceische Venus. Es blüheten in Italien Michelangelo, Leonardo da Vinci, Titian und Raphael; in unserem deutschen Vaterlande Holbein und Albrecht Dürer. Die Weltordnung war von Copernicus aufgefunden, wenn auch nicht öffentlich verkündigt, in dem Todesjahr von Christoph Columbus, vierzehn Jahre nach der Entdeckung des Neuen Continents.

Die Wichtigkeit dieser Entdeckung und der ersten Ansiedelung der Europäer berührt auch andere Sphären als die, welcher diese Blätter vorzugsweise gewidmet sind; sie gehört jenen intellectuellen und moralischen Wirkungen an, welche die plötzliche Vergrößerung der Gesammtmasse der Ideen auf die Verbesserung des gesellschaftlichen Zustandes ausgeübt hat. Wir erinnern daran, wie seit jenem großen Zeitpunkte ein neues, regsameres Leben des Geistes und der Gefühle, wie muthige Wünsche und schwer enttäuschte Hoffnungen allmälig sämmtliche Classen der bürgerlichen Gesellschaft durchdrungen haben; wie die geringe Bevölkerung einer Hälfte der Erdkugel, besonders an den Europa gegenüberliegenden Küsten, die Niederlassung von Colonien begünstigen konnte, welche ihre Ausdehnung und ihre Lage zu unabhängigen, in der Wahl ihrer freien Regierungsform unbeschränkten Staaten umwandelte: wie endlich die religiöse Reform, ein Vorspiel großer politischer Umwälzungen, die verschiedenen Phasen ihrer Entwickelung unter einem Himmelsstrich durchlaufen mußte, welcher der Zufluchtsort aller Glaubensmeinungen und der verschiedenartigsten Ansichten von göttlichen Dingen geworden war. Die Kühnheit des genuesischen Seefahrers ist das erste Glied in der unermeßlichen Kette dieser verhängnißvollen Begebenheiten. Zufall, nicht Betrug und Ränke †), haben dem Festland von Amerika den Namen des Co-

---

(Vergl. auch Pedro de Cieça de Leon, Chronica del Peru, Sevilla 1553, cap. 110 p. 264.) Diese Anwendung scheint wohl nur eine seltene Ausnahme, eine Localsitte gewesen zu sein. Denn im Allgemeinen war der amerikanische Menschenstamm durch Mangel von Hausthieren charakterisirt, was auf das Familienleben tief einwirkte.

*) Ueber die Hoffnung, welche Luther bei der Ausführung seines großen freisinnigen Werkes zuerst vorzugsweise auf die jungere Generation, auf die Jugend Deutschlands setzte, s. die merkwürdigen Aeußerungen in einem Briefe vom Monat Junius 1518 (Neander de Vicelio p. 7).

†) Ich habe an einem anderen Orte gezeigt, wie die Kenntniß der Epoche, in welcher Vespucci zum königlichen Ober-Piloten ernannt wurde, allein schon die, zuerst von dem Astronomen Schoner in Nürnberg 1533 ersonnene Anklage widerlegt, daß Vespucci die Worte Terra di Amerigo listig in die von ihm umgeänderten Küstenkarten eingeschrieben habe. Die hohe Achtung, welche der spanische Hof den hydrographischen und astronomischen Kenntnissen des Amerigo Vespucci schenkte, leuchtet deutlich hervor aus den Vorschriften (Real titulo con extensas facultades), die ihm gegeben wurden, als man ihn am 22. März 1508 zum Piloto mayor ernannte (Navarrete T. III. p. 297–302). Er wird an die Spitze eines wahren Deposito hydrografico gestellt und soll für die Casa de Contratacion in Sevilla, den Centralpunkt aller oceanischen Unternehmungen, eine allgemeine Küstenbeschreibung und ein Positions-Verzeichniß (*Padron general*) anfertigen, in dem jährlich *alles neu entdeckte nachzutragen* wäre. Aber schon 1507 ist der Name Americi terra von einem Manne, dessen Existenz dem Vespucci gewiß unbekannt geblieben war, von dem Geographen Waldseemüller (Martinus Hylacomylus) aus Freiburg im Breisgau, dem Vorsteher einer Druckerei zu St. Dié in Lothringen, in einer kleinen Weltbeschreibung, Cosmographiae Introductio, insuper quatuor Americi Vespucii Navigationes (impr. in oppido S. Deodati 1507), für den Neuen Continent vorgeschlagen worden. Ringmann, Professor der Cosmographie in Basel (bekannter unter dem Namen Philesius), Hylacomylus und der Pater Gregorius Reisch, Herausgeber der Margarita philosophica, waren genaue Freunde. In der letzten Schrift findet sich eine Abhandlung des Hylacomylus über Architectur und Perspective von 1509 (Examen crit. T. IV. p. 112). Laurentius Phrisius in Metz, ein Freund des Hylacomylus und wie dieser von dem mit Vespucci in Briefwechsel stehenden Herzog Renatus von Lothringen beschützt, nennt den Hylacomylus einen Verstorbenen in der Strasburger Ausgabe des Ptolemäus von 1522. Die in dieser Ausgabe enthaltene von Hylacomylus gezeichnete Carte des Neuen Continents bietet zum ersten Male in den Ausgaben der Geographie des Ptolemäus den Namen America dar. Nach meinen Untersuchungen war indeß schon zwei Jahre früher eine Weltkarte von Petrus Apianus erschienen, welche einmal des Camers Ausgabe des Solinus, ein zweites Mal der Vadianischen Ausgabe des Mela beigefügt ist und, wie neuere chinesische Carten, den Isthmus von Panama durchbrochen darstellt (Examen crit. T. IV. p. 99–124, T. V. p. 168–176). Sehr mit Unrecht hat man ehemals die jetzt in Weimar befindliche Carte aus

lumbus entzogen. Durch Handelsverkehr und Vervollkommnung der Schifffahrt seit einem halben Jahrhundert Europa näher gebracht, hat der Neue Welttheil einen wichtigen Ein-

---

der Ebner'schen Bibliothek zu Nürnberg von 1527 und die davon verschiedene, von Güssefeld gestochene des Diego Ribero von 1529 für die ältesten Carten des Neuen Continents gehalten (a. a. O. T. II. p. 184, T. III. p. 191). Vespucci hatte mit Juan de la Cosa, dessen, volle sechs Jahre vor des Columbus Tode, 1500 im Puerto de Santa Maria gezeichnete Carte ich zuerst bekannt gemacht habe, in der Expedition von Alonso de Hojeda 1499 die Küsten von Südamerika besucht, ein Jahr nach Christoph Columbus dritter Reise. Vespucci hätte gar keinen Zweck haben können, eine Reise vom Jahre 1497 zu fingiren, da er sowohl als Columbus bis an ihren Tod fest überzeugt gewesen sind, nur Theile des östlichen Asiens berührt zu haben. (Vergl. den Brief des Columbus an den Pabst Alexander VI. vom Februar 1502 und einen anderen an die Königin Isabella vom Julius 1503 in Navarrete T. I. p. 304, T. II. p. 280, wie Vespucci's Brief an Pier Francesco de' Medici in Bandini Vita e lettere di Amerigo Vespucci p. 66 und 83.) Pedro de Ledesma, Pilot des Columbus auf der dritten Reise, sagt noch 1513 in dem Processe gegen die Erben, „daß man Paria für einen Theil von Asien halte, la tierra firme que dicese que es de Asia;" Navarrete T. III. p. 539. Die oft gebrauchten Periphrasen Mundo nuovo, alter Orbis, Colonus novi orbis repertor stehen damit nicht in Widerspruch, da sie nur auf nie vorher gesehene Gegenden deuten und ebenso von Strabo, Mela, Tertullian, Isidor von Sevilla und Cadamosto gebraucht werden (Examen crit. T. I. p. 118, T. V. p. 182–184). Noch mehr als 20 Jahre nach dem Tode von Vespucci, der 1512 erfolgte, ja bis zu den Verläumdungen von Schoner im Opusculum geographicum 1533 und von Servet in der Lyoner Ausgabe der Geographie des Ptolemäus von 1535 findet man keine Klage gegen den florentiner Seefahrer. Christoph Columbus nennt ihn ein Jahr vor seinem Tode einen Mann „von dem unbescholtensten Charakter (mucho hombre de bien), alles Vertrauens würdig, immer geneigt, ihm nützlich zu sein," (Carta à mi muy caro fijo D. Diego in Navarrete T. I. p. 351). Eben so wohlwollend für Vespucci sind Fernando Colon, welcher das Leben seines Vaters erst gegen 1535, vier Jahre vor seinem Tode, in Sevilla abfaßte und mit Juan Vespucci, dem Neffen des Amerigo, 1524 der astronomischen Junta zu Badajoz und den Verhandlungen über den Besitz der Molukken beiwohnte; Petrus Martyr de Angbiera, der persönliche Freund des Admirals, dessen Briefwechsel bis 1525 reicht; Oviedo, der alles aufsucht, was den Ruf des Columbus vermindern kann; Ramusio und der große Geschichtsschreiber Guicciardini. Wenn Amerigo absichtlich die Zeitepochen seiner Reisen hätte verfälschen wollen, so würde er sie mit einander in Uebereinstimmung gebracht haben, nicht die erste Reise 5 Monate nach dem Antritt der zweiten geendigt haben. Die Zahlenverwirrungen in den vielen Uebersetzungen seiner Reisen sind nicht ihm zuzuschreiben, da er keinen dieser Berichte selbst herausgegeben. Solche Zahlenverwechselungen waren übrigens in den Druckschriften des 16ten Jahrhunderts sehr gewöhnlich. Oviedo hatte als Edelknabe der Königin der Audienz beigewohnt, in welcher Ferdinand und Isabella 1493 den Admiral nach seiner ersten Entdeckungsreise in Barcelona pomphaft empfingen. Er hat dreimal drucken lassen, daß die Audienz im Jahr 1496 stattfand, ja sogar, daß Amerika 1491 entdeckt wurde. Gomara läßt dasselbe, nicht mit Ziffern, sondern mit Worten drucken und setzt die Entdeckung der Tierra firme von Amerika in 1497, also genau in das für den Ruf des Amerigo Vespucci so verhängnißvolle Jahr (Examen crit. T. V. p. 196—202). Für das ganz schuldlose Benehmen des Florentiners, der nie dem Neuen Continente seinen Namen beizulegen versucht hat, aber durch seine Ruhmredigkeit in den Berichten an den Gonfaloniere Piero Soderini, an Pierfrancisco de Medici und an Herzog Renatus II. von Lothringen das Unglück gehabt hat, die Aufmerksamkeit der Nachwelt mehr auf sich zu ziehen, als er es verdiente, spricht am meisten der Proceß, welchen der Fiscal in den Jahren 1508 bis 1527 gegen die Erben von Christoph Columbus führte, um ihnen die Privilegien und Rechte zu entziehen, die dem Admiral bereits 1492 von der Krone verliehen waren. Amerigo trat in Staatsdienst als Piloto mayor in demselben Jahr als der Proceß begann. Er lebte noch vier Jahre lang in Sevilla während der Führung des Processes, in welchem entschieden werden sollte, welche Theile des neuen Continents von Columbus zuerst berührt worden wären. Die elendesten Gerüchte fanden Gehör und dienten dem Fiscal zur Anklage. Man suchte Zeugen in Santo Domingo und allen spanischen Häfen, in Moguer, Palos und Sevilla, gleichsam unter den Augen von Amerigo Vespucci und seines Neffen Juan. Der Mundus Novus, gedruckt bei Johann Otmar zu Augsburg 1504, die Raccolta di Vicenza (Mondo Novo e paesi novamente retrovati da Alberico Vespuzio Fiorentino) von Alessandro Zorzi 1507, gewöhnlich dem Fracanzio di Montalbodo zugeschrieben, die Quatuor Navigationes von Martin Waldseemüller (Hylacomylus) waren schon erschienen; seit 1520 gab es Weltkarten, auf denen der Name America, welchen Hylacomylus 1507 vorgeschlagen und Joachim Vadianus 1512 in einem Briefe aus Wien an Rudolph Agricola belobt hatte, eingeschrieben war: und doch wurde der Mann, welchem in Deutschland, in Frankreich und Italien weit verbreitete Schriften eine Reise nach der Tierra firme von Paria im Jahre 1497 zuschrieben, von dem Fiscal in dem bereits 1508 begonnenen und 19 Jahre lang fortgeführten Processe weder persönlich citirt, noch als Vorgänger und Widersacher des Columbus genannt? Warum würde nicht nach dem Tode des Amerigo Vespucci (22. Febr. 1512 in Sevilla) sein Neffe Juan Vespucci, wie es mit Martin Alonso und Vicente Yañez Pinzon, mit Juan de la Cosa und Alonso de Hojeda geschah, berufen worden sein, um zu bezeugen, daß die Küste von Paria, die nicht als „festes Land von Asien," sondern wegen der nahen und einträglichen Perlenfischerei einen so großen Werth hatte, bereits vor Columbus, d. h. vor dem 1. August 1498, von Amerigo berührt worden sei? Diese Nichtbenutzung des wichtigsten Zeugnisses bleibt unerklärbar, wenn Amerigo Vespucci sich je gerühmt hätte, eine Entdeckungsreise 1497 gemacht zu haben, wenn man damals auf die verworrenen Zeitangaben und Druckfehler der Quatuor Navigationes irgend einen ernsten Werth gelegt hätte. Das große noch ungedruckte Werk eines Freundes des Columbus, Fray Bartholomé de las Casas (die Historia general de las Indias), ist, wie wir sehr bestimmt wissen, in den einzelnen Theilen zu sehr verschiedenen Epochen geschrieben. Es wurde erst 15 Jahre nach dem Tode des Amerigo, 1527, begonnen und 1559 vollendet, sieben Jahre vor dem im 92sten Lebensjahr erfolgten Tode des greisen Verfassers. Lob und bitterer Tadel sind darin wunderbar gemischt. Man sieht den Haß und den Verdacht des Betruges zunehmen, je mehr der Ruf des florentinischen Seefahrers sich verbreitet. In der Vorrede (Prologo), die zuerst geschrieben worden ist, heißt es: „Amerigo erzählt, was er in zwei Reisen nach unseren Indien unternommen; doch scheint er manche Umstände verschwiegen zu haben, sei es geflissentlich (á saviendas) oder weil er sie nicht beachtete. Deshalb haben ihm Einige zugeschrieben, was Anderen gehört, denen es nicht entzogen werden sollte." Eben so gemäßigt ist noch das Urtheil Lib. I cap. 140: „Hier muß ich des Unrecht-

fluß auf die politischen Institutionen*), auf die Ideen und Neigungen der Völker ausgeübt, welche in Osten das scheinbar immer enger werdende Thal des atlantischen Oceans begrenzen.

VII.

Große Entdeckungen in den Himmelsräumen durch Anwendung des Fernrohrs. — Hauptepoche der Sternkunde und Mathematik von Galilei und Kepler bis Newton und Leibnitz. — Gesetze der Planetenbewegung und allgemeine Gravitations-Theorie.

Indem wir uns bestreben, die am meisten gesonderten Perioden und Entwickelungsstufen kosmischer Anschauung aufzuzählen, haben wir zuletzt die Periode geschildert, in welcher den Culturvölkern der einen Erdhälfte die andere bekannt geworden ist. Auf das Zeitalter der größten Entdeckungen im Raume an der Oberfläche unsers Planeten folgt unmittelbar

---

erwähnen, welches Amerigo scheint dem Admiral gethan zu haben oder vielleicht die, welche sein Quatuor Navigationes drucken ließen (ó los que imprimiéron). Es wird ihm allein, ohne Andere zu nennen, die Entdeckung des Festlandes zugeschrieben. Auf Carten soll er den Namen America gesetzt und so gegen den Admiral sündlich gefehlt haben. Da Amerigo sprachgewandt war und zierlich zu schreiben wußte (era latino y eloquente), so hat er sich für den Anführer der Expedition des Hojeda in dem Briefe an den König Renatus ausgegeben. Er war jedoch nur einer der Steuerleute, wenn gleich erfahren im Seewesen und gelehrt in der Cosmographie (hombre entendido en las cosas de la mar y docto en Cosmographia)..... In der Welt ist verbreitet worden, er sei der Erste gewesen am festen Lande. Hat er dies mit Absicht verbreitet, so ist es große Bosheit; und war auch keine wirkliche Absicht da, so sieht es doch danach aus (clara pareze la falsedad: y si fué de industria hecha, maldad grande fué: y ya que no lo fuese, al menos parezelo)..... Amerigo soll im Jahr 7 (1497) abgereist sein: eine Angabe, die freilich nur ein Schreibversehen zu sein scheint, nicht eine böswillige (pareze aver avido yerro de pendola y no malicia), weil er nach 18 Monaten will zurückgekommen sein. Die fremden Schriftsteller nennen das Land America. Es sollte Columba heißen." Diese Stelle zeigt deutlich, daß Casas bis dahin den Amerigo selbst nicht beschuldigt, den Namen America in Umlauf gebracht zu haben. Er sagt: an tomado los escriptores extrangeros de nombrar la nuestra Tierra firme America, como si Americo solo y no otro con él y antes que todos la oviera descubierto. In Lib. I cap. 164—169 und Lib. II cap. 2 bricht aber der ganze Haß auf einmal aus. Es wird nichts mehr einem bloßen Versehen in der Zahlenangabe der Jahre oder der Vorliebe der Fremden für Amerigo zugeschrieben; alles ist absichtsvoller Betrug, dessen Amerigo selbst sich schuldig gemacht (de industria lo hizo.... persistió en el engaño... de falsedad está claramente convencido). Bartholomé de las Casas bemüht sich noch an beiden Stellen dem Amerigo speciell nachzuweisen, daß er in seinen Berichten die Reihefolge der Ereignisse der zwei ersten Reisen verfälscht, manches der ersten Reise zugetheilt habe, was auf der zweiten geschehen, und umgekehrt. Auffallend genug ist mir, daß der Ankläger nicht gefühlt zu haben scheint, wie sehr das Gewicht seiner Anklage dadurch vermindert wird, daß er von der entgegengesetzten Meinung und von der Gleichgültigkeit dessen spricht, der das lebhafteste Interesse hatte, den Amerigo Vespucci anzugreifen, wenn er ihn für schuldig und seinem Vater feindlich gehalten hätte. „Ich muß mich wundern," sagt las Casas (cap. 164), „daß Hernando Colon, ein Mann von großer Einsicht, der, wie ich es *bestimmt weiß*, die Reiseberichte des Amerigo in Händen hatte, gar nicht darin Betrug und Ungerechtigkeit gegen den Admiral bemerkt hat." — Da ich vor wenigen Monaten von neuem Gelegenheit gehabt, das seltene Manuscript von Bartholomé de las Casas zu untersuchen, so habe ich über einen so wichtigen und bisher so unvollständig behandelten historischen Gegenstand in dieser langen Anmerkung dasjenige einschalten wollen, was ich im Jahr 1839 in meinem Examen critique T. V. p. 178—217 noch nicht benutzt hatte. Die Ueberzeugung, welche ich damals äußerte (p. 217 und 224), ist unerschüttert geblieben: „Quand la dénomination d'un grand continent, généralement adoptée et consacrée par l'usage de plusieurs siècles, se présente comme un monument de l'injustice des hommes, il est naturel d'attribuer d'abord la cause de cette injustice à celui qui semblait le plus intéressé à la commettre. L'étude des documens a prouvé qu'aucun fait certain n'appuie cette supposition, et que le nom d'*Amérique* a pris naissance dans un pays éloigné (en France et en Allemagne), par un concours d'incidens qui paraissent écarter jusqu'au soupçon d'une influence de la part de Vespuce. C'est là que s'arrête la critique historique. Le champ sans bornes des causes *inconnues*, ou des combinaisons morales *possibles*, n'est pas du domaine de l'histoire positive. Un homme qui pendant une longue carrière a joui de l'estime des plus illustres de ses contemporains, s'est élevé, par ses connaissances en astronomie nautique, distinguées pour le temps, où il vivait, à un emploi honorable. Le concours de circonstances fortuites lui a donné une célébrité dont le poids, pendant trois siècles, a pesé sur sa mémoire, en fournissant des motifs pour avilir son caractère. Une telle position est bien rare dans l'histoire des infortunes humaines: c'est l'exemple d'une flétrissure morale croissant avec l'illustration du nom. Il valait la peine de scruter ce qui, dans ce mélange de succès et d'adversités, appartient au navigateur même, aux hazards de la rédaction précitipitée de ses écrits, ou à de maladroits et dangereux amis." Copernicus selbst hat zu diesem gefahrbringenden Ruhme beigetragen; auch er schreibt die Entdeckung des Neuen Welttheils dem Vespucci zu. Indem er über das „centrum gravitatis und centrum magnitudinis" des Festlandes discutirt, fügt er hinzu: „magis id erit clarum, si addentur insulae aetate nostra sub Hispaniarum Lusitaniaeque Principibus repertae et praesertim America ab inventore denominata navium praefecto, quem, ob incompertam ejus adhuc magnitudinem, alterum orbem terrarum putant." (Nicolai Copernici de Revolutionibus orbium coelestium Libri sex 1543 p. 2. a.)

*) Vergl. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. III. p. 154—158 und 225—227.

die Besitznahme eines beträchtlichen Theils der Himmelsräume durch das Fernrohr. Die Anwendung eines neugeschaffenen Organes, eines Werkzeuges von raumdurchdringender Kraft ruft eine neue Welt von Ideen hervor. Es beginnt ein glänzendes Zeitalter der Astronomie und Mathematik; für die letztere beginnt die lange Reihe tiefsinniger Forscher, die zu dem „alles umgestaltenden" Leonhard Euler führt, dessen Geburtsjahr (1707) dem Todesjahre von Jacob Bernoulli so nahe liegt.

Wenige Namen können genügen, um an die Riesenschritte zu erinnern, welche der menschliche Geist vorzugsweise in Entwickelung mathematischer Gedanken, durch eigene innere Kraft, nicht durch äußere Begebenheiten angeregt, im Laufe des siebzehnten Jahrhunderts gemacht hat. Die Gesetze des Falles der Körper und der Planetenbewegung werden erkannt. Der Druck der Luft, die Fortpflanzung des Lichts, seine Brechung und Polarisation werden erforscht. Die mathematische Naturlehre wird geschaffen und auf feste Grundpfeiler gestützt. Die Erfindung der Infinitesimal-Rechnung bezeichnet den Schluß des Jahrhunderts; und dadurch erstarkt, hat die menschliche Intelligenz sich in den folgenden hundert und fünfzig Jahren mit Glück an die Lösung von Problemen wagen können, welche die Störungen der Weltkörper, die Polarisation und Interferenz der Lichtwellen, die strahlende Wärme, die electro-magnetischen in sich zurückkehrenden Ströme, die schwingenden Saiten und Flächen, die Capillar-Anziehung enger Röhren, und so viele andere Naturerscheinungen darbieten.

Die Arbeit in der Gedankenwelt geht nun ununterbrochen und sich gegenseitig unterstützend fort. Keiner der früheren Keime wird erstickt. Es nehmen gleichzeitig zu die Fülle des zu verarbeitenden Materials, die Strenge der Methoden und die Vervollkommnung der Werkzeuge. Wir beschränken uns hier hauptsächlich auf das einige siebzehnte Jahrhundert: das Zeitalter von Kepler, Galilei und Bacon, von Tycho, Descartes und Huygens, von Fermat, Newton und Leibnitz. Die Leistungen dieser Männer sind so allgemein bekannt, daß es nur leiser Andeutungen bedarf, um das herauszuheben, wodurch sie in Erweiterung kosmischer Ansichten glänzen.

Wir haben schon früher*) gezeigt, wie dem Auge, dem Organ sinnlicher Weltanschauung, durch die Erfindung des telescopischen Sehens eine Macht verliehen wurde, deren Grenze noch lange nicht erreicht ist, die aber schon in ihrem ersten schwachen Anfange, bei einer kaum 32maligen Linear-Vergrößerung†) der Fernröhre in die bis dahin uneröffneten Tiefen des Weltraums drang. Die genaue Kenntniß vieler Himmelskörper, welche zu unserem Sonnensystem gehören, die ewigen Gesetze, nach denen sie in ihren Bahnen kreisen, die vervollkommnete Einsicht in den wahren Weltbau sind das Charakteristische der Epoche, die wir hier zu schildern versuchen. Was diese Epoche hervorgebracht, bestimmt gleichsam die Hauptumrisse von dem großen Naturbilde des Kosmos; es fügt den neu erkannten Inhalt der Himmelsräume, wenigstens in einer Planetengruppe sinnig geordnet, dem früher durchforschten Inhalt der tellurischen Räume hinzu. Nach allgemeinen Ansichten strebend, begnügen wir uns, hier nur die wichtigsten Objecte der astronomischen Arbeiten des 17ten Jahrhunderts zu nennen. Wir weisen zugleich auf den Einfluß hin, welchen diese auf eine kräftige Anregung zu großen und unerwarteten mathematischen Entdeckungen wie zu der mehr umfassenden, erhabeneren Anschauung des Weltganzen ausgeübt haben.

Es ist bereits früher erwähnt worden, wie das Zeitalter von Columbus, Gama und Magellan, das der nautischen Unternehmungen, verhängnißvoll mit großen Ereignissen, mit dem Erwachen religiöser Denkfreiheit, mit der Entwickelung eines edleren Kunstsinnes

*) Vergl. Kosmos Buch I. S. 34.

†) „Die Fernröhre, welche Galilei selbst construirte, und andere, deren er sich bediente, um die Jupiterstrabanten, die Phasen der Venus und die Sonnenflecken zu beobachten, hatten stufenweise 4-, 7- und 32malige Linear-Vergrößerung, nie eine größere." Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour l'an 1842 p. 268

und der Verbreitung des copernicanischen Weltsystems zusammentraf. Nicolaus Co
nicus (in zwei noch vorhandenen Briefen nennt er sich Koppernik) hatte bereits
21stes Lebensjahr erreicht und beobachtete mit dem Astronomen Albert Brudzewsk
Krakau, als Columbus Amerika entdeckte. Kaum ein Jahr nach dem Tode des Entdec
nach einem sechsjährigen Aufenthalte in Padua, Bologna und Rom, finden wir ihn, wi
in Krakau, mit gänzlicher Umwandlung der astronomischen Weltansicht beschäftigt. D
die Gunst seines Oheims, des Bischofs von Ermland Lucas Weißelrode von Allen*), 1
zum Domherrn in Frauenburg ernannt, arbeitete er dort noch drei und dreißig Ja
lang an der Vollendung seines Werkes de Revolutionibus orbium coelestium. Das
gedruckte Exemplar wurde ihm gebracht, als, an Körper und Geist gelähmt, er sich s
zum Tode bereitete. Er sah es, berührte es auch, aber sein Sinn war nicht mehr auf
Zeitliche gerichtet; er starb nicht, wie Gassendi in dem Leben des Copernicus erzählt,
nige Stunden†), sondern mehrere Tage nachher, am 24. Mai 1543. Zwei Jahre frü
war aber schon ein wichtiger Theil seiner Lehre durch den Brief eines seiner eifrig
Schüler und Anhänger, Joachim Rhäticus, an Johann Schoner, Professor zu Nürnb
durch den Druck bekannt geworden. Doch ist es nicht die Verbreitung des copernicanis
Systems, die erneuerte Lehre von einer Centralsonne (von der täglichen und jährli
Bewegung der Erde) gewesen, welche etwas mehr als ein halbes Jahrhundert nach sei
ersten Erscheinen zu den glänzenden Entdeckungen in den Himmelsräumen geführt hat
den Anfang des 17ten Jahrhunderts bezeichnen. Diese Entdeckungen sind die Folge e
zufällig gemachten Erfindung, des Fernrohrs, gewesen. Sie haben die Lehre des Co
nicus vervollkommnet und erweitert. Durch die Resultate der physischen Astrono
(durch das aufgefundene Satelliten-System des Jupiter und die Phasen der Venus)
kräftigt und erweitert, haben die Grundansichten des Copernicus der theoretisc
Astronomie Wege vorgezeichnet, die zu sicherem Ziele führen mußten, ja zur Lösung

---

*) Westphal in der, dem großen Königsberger Astronomen Bessel gewidmeten Biographie des Copernicus 1822 S. 33 nennt, wie Gassendi, den Bischof von Ermland Lucas Waßelrodt von Allen. Nach Erläuterungen, die ich ganz neuerlich dem gelehrten Geschichtsschreiber von Preußen, dem geh. Archiv-Director Voigt verdanke, „wird die Familie der Mutter des Copernicus in Urkunden: Weiselrodt, Weißelrot, Weisebrodt, am gewöhnlichsten Waißelrode genannt. Die Mutter war unbezweifelt deutschen Stammes, und das Geschlecht der Waißelrode, ursprünglich von dem Geschlechte derer von Allen, das seit dem Anfange des 15ten Jahrhunderts in Thorn blühte, verschieden, hat, wahrscheinlich durch Adoption oder wegen naher Verwandtschaftsverhältnisse, den Namenszusatz von Allen angenommen." Sniadecki und Czynski: Kopernik et ses travaux 1847 p. 26 nennen die Mutter des großen Copernicus Barbara Wasselrode, welche der Vater, dessen Familie sie aus Böhmen herleiten, 1464 zu Thorn geheirathet habe. Den Namen des Astronomen, welchen Gassendi als Tornaeus Borussus bezeichnet, schreiben Westphal und Czynski Kopernik, Krzyżanowski Kopirnig. In einem Briefe des ermländischen Bischofs Martin Cromer aus Heilsberg vom 21. Nov. 1580 heißt es: „Cum Jo. Nicolaus Copernicus vivens ornamento fuerit atque etiam nunc post fata sit, non solum huic Ecclesiae, verum etiam toti Prussiae patriae suae, iniquum esse puto, eum post obitum carere honore sepulchri sive monumenti."

†) So Gassendi in Nicolai Copernici vita, angehängt seiner Lebensbeschreibung des Tycho (Tychonis Brahei vita) 1655, Hagae-Comitum, p. 320: eodem die et horis non multis priusquam animam efflaret. Nur Schubert in seiner Astronomie Th. I. S. 115 und Robert Small in dem sehr lehrreichen Account of the astron. discoveries of Kepler 1804 p. 92 behaupten, daß Copernicus „wenige Tage nach dem
scheinen seines Werkes" verschieden sei. Dies ist au
Meinung des Archiv-Directors Voigt zu Königsb
weil in einem Briefe, den der ermländische Do
Georg Donner kurz nach dem Tode des Copernicu
den Herzog von Preußen schrieb, gesagt wird, „der
bare und würdige Doctor Nicolaus Koppernick hab
Werk kurz vor den Tagen seines letzten Absch
von diesem Elend, gleichsam als einen süßen Schwa
gesang ausgehen lassen." Nach der gewöhnlichen
nahme (Westphal, Nikolaus Kopernikus 1822 S
und 82) war das Werk 1507 begonnen und 1530
so weit vollendet, daß späterhin nur wenige Ver
rungen angebracht wurden. Durch einen Brief des
dinals Schonberg, aus Rom vom November 1536,
die Herausgabe beeilt. Der Cardinal will durch
der von Reden das Manuscript abschreiben und
schicken lassen. Daß die ganze Bearbeitung des W
sich bis in das quartum novennium verzögert
sagt Copernicus selbst in der Zueignung an Pabst
III. Wenn man nun bedenkt, wie viel Zeit zum
einer 400 Seiten langen Schrift erforderlich war
daß der große Mann schon im Mai 1543 starb, so
vermuthen, daß die Zueignung nicht im zuletzt gen
ten Jahre geschrieben ist: woraus dann für den An
der Bearbeitung (sich uns 36 Jahre zurückrechnend)
ein späteres, sondern ein früheres Jahr als 1507 erg
— Daß die zu Frauenburg dem Copernicus allgemei
geschriebene Wasserleitung nach seinen Entwürfen
geführt worden sei, bezweifelt Herr Voigt. Er findet,
erst 1571 zwischen dem Domcapitel und dem „kunst
chen Meister Valentin Zendel, Rohrmeister in [illegible]
lau," ein Contract geschlossen wurde, um das Wass
Frauenburg aus dem Mühlgraben in die Wohnu
der Domherren zu leiten. Von einer früher vorhand
Wasserleitung ist keine Rede. Die jetzige ist also er
Jahre nach dem Tode des Copernicus entstanden.

Problemen anregten, welche die Vervollkommnung des analytischen Calcüls nothwendig machten. So wie Georg Peurbach und Regiomontanus (Johann Müller aus Königsberg in Franken) wohlthätig einwirken auf Copernicus und seine Schüler Rhäticus, Reinhold und Möstlin, so wirken diese, wenn gleich der Zeit nach getrennter, auf die Arbeiten von Kepler, Galilei und Newton. Dies ist die ideelle Verkettung zwischen dem sechzehnten und siebzehnten Jahrhundert; und man kann die erweiterte astronomische Weltansicht in diesem nicht schildern, ohne die Anregungen zu berühren, welche aus jenem überströmen.

Es ist eine irrige und leider! noch in neuerer Zeit*) sehr verbreitete Meinung, daß Copernicus aus Furchtsamkeit und in der Besorgniß priesterlicher Verfolgung die planetarische Bewegung der Erde und die Stellung der Sonne im Centrum des ganzen Planetensystems als eine bloße Hypothese vorgetragen habe, welche den astronomischen Zweck erfülle, die Bahn der Himmelskörper bequem der Rechnung zu unterwerfen, „aber weder wahr, noch auch nur wahrscheinlich zu sein brauche.“ Allerdings liest man diese seltsamen Worte†) in dem anonymen Vorbericht, mit dem des Copernicus Werk anhebt und der de Hypothesibus hujus operis überschrieben ist; sie enthalten aber Äußerungen, welche, dem Copernicus ganz fremd, in geradem Widerspruch mit seiner Zueignung an den Pabst Paul III. stehen. Der Verfasser des Vorberichts ist, wie Gassendi in seinem Leben des großen Mannes auf das bestimmteste sagt, ein damals in Nürnberg lebender Mathematiker, Andreas Osiander, der mit Schoner den Druck des Buches de Revolutionibus besorgte und, ob er gleich keines biblischen Scrupels ausdrücklich Erwähnung thut, es doch für rathsam hielt, die neuen Ansichten eine Hypothese und nicht, wie Copernicus, eine erwiesene Wahrheit zu nennen.

Der Gründer unseres jetzigen Weltsystems (die wichtigsten Theile desselben, die großartigsten Züge des Weltgemäldes gehören allerdings ihm) war durch seinen Muth und die Zuversicht, mit welcher er auftrat, fast noch ausgezeichneter als durch sein Wissen. Er verdiente in hohem Grade das schöne Lob, das ihm Kepler giebt, wenn er ihn in der Einleitung zu den Rudolphinischen Tafeln „den Mann freien Geistes“ nennt; „vir fuit maximo ingenio et, quod in hoc exercitio (in der Bekämpfung der Vortheile) magni momenti est, animo liber.“ Da, wo Copernicus in der Zueignung an den Pabst die

---

*) Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne T. I. p. 140.

†) Neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observationibus congruentem exhibeant: sagt der Vorbericht des Osiander. — „Der Bischof von Culm, Tidemann Gise, aus Danzig gebürtig, welcher Jahre lang den Copernicus wegen der Herausgabe seines Werkes bedrängte, erhielt endlich das Manuscript mit dem Auftrage, es ganz nach seiner freien Wahl zum Druck zu befördern. Er schickte dasselbe zuerst an den Rhäticus, Professor in Wittenberg, der kurz vorher lange bei seinem Lehrer in Frauenburg gelebt hatte. Rhäticus hielt Nürnberg geeigneter für die Herausgabe und trug die Besorgung des Druckes dem dortigen Professor Schoner und dem Andreas Osiander auf.“ (Gassendi, Vita Copernici p. 319.) Die Lobsprüche, welche am Ende des Vorberichts dem Werke des Copernicus ertheilt werden, hätten auch schon, ohne das ausdrückliche Zeugniß des Gassendi, darauf führen müssen, daß der Vorbericht von fremder Hand sei. Auch auf dem Titel der ersten Ausgabe, der von Nürnberg von 1543, hat Osiander den in allem, was Copernicus selbst geschrieben, sorgfältig vermiedenen Ausdruck: motus stellarum novis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornati neben dem überaus unzarten Zusatze: „igitur, studiose lector, eme, lege, fruere“ angebracht. In der zweiten, Baseler Ausgabe von 1566, die ich sehr sorgfältig mit der ersten, Nürnberger verglichen, ist auf dem Titel des Buchs nicht mehr der „bewundernswürdigen Hypothesen“ gedacht; aber Osiander's Praefaciuncula de hypothesibus hujus operis, wie Gassendi den eingeschobenen Vorbericht nennt, ist beibehalten. Daß übrigens Osiander, ohne sich zu nennen, selbst hat darauf hinweisen wollen, die Praefatiuncula sei von fremder Hand, erhellt auch daraus, daß er die Dedication an Paul III. als Praefatio authoris bezeichnet. Die erste Ausgabe hat nur 196 Blätter, die zweite 213 wegen der angefügten Narratio prima des Astronomen Georg Joachim Rhäticus, eines erzählenden an Schoner gerichteten Briefes, der, wie ich im Texte bemerkt, bereits 1541 durch den Mathematiker Gassarus in Basel zum Druck befördert, der gelehrten Welt die erste genauere Kenntniß des copernicanischen Systemes gab. Rhäticus hatte 1539 seine Professur in Wittenberg niedergelegt, um zu Frauenburg selbst des Copernicus Unterricht zu genießen. Vergl. über diese Verhältnisse Gassendi p. 310–319.) Die Erläuterung von dem was sich Osiander aus Furchtsamkeit hinzuzusetzen bewogen fand, giebt Gassendi: „Andraeas porro Osiander fuit, qui non modo operarum inspector (der Besorger des Druckes) fuit, sed Praefatiunculam quoque ad lectorem (tacito licet nomine) de Hypothesibus operis adhibuit. Ejus in ea consilium fuit, ut, tametsi Copernicus Motum Terrae habuisset, non solum pro Hypothesi, sed pro vero etiam placito; ipse tamen ad rem, ob illos, qui heinc offenderentur, leniendam, excusatum eum faceret, quasi talem Motum non pro dogmate, sed pro Hypothesi mera assumpsisset.“

Entstehung seines Werkes schildert, steht er nicht an, die auch unter den Theologen allgemein verbreitete Meinung von der Unbeweglichkeit und der Centralstellung der Erde ein „absurdes acroama" zu nennen und die Stupidität derer anzugreifen, welche einem so irrigen Glauben anhingen. „Wenn etwa leere Schwätzer (ματαιολόγοι), alles mathematischen Wissens unkundig, sich doch ein Urtheil über sein Werk anmaßen wollten durch absichtliche Verdrehung irgend einer Stelle der heiligen Schrift (propter aliquem locum scripturae male ad suum propositum detortum), so werde er einen solchen verwegenen Angriff verachten! Es sei ja weltbekannt, daß der berühmte Lactantius, den man freilich nicht zu den Mathematikern zählen könne, recht kindisch (pueriliter) von der Gestalt der Erde gesprochen und diejenigen verhöhnt habe, welche sie für kugelförmig halten. Ueber mathematische Gegenstände dürfe man nur für Mathematiker schreiben. Um zu beweisen, daß er, von der Richtigkeit seiner Resultate tief durchdrungen, kein Urtheil zu scheuen habe, wende er sich aus einem fernen Erdwinkel an das Oberhaupt der Kirche, auf daß es ihn vor dem Biß der Verläumder schütze, da die Kirche selbst von seinen Untersuchungen über die Jahreslänge und Mondbewegungen Vortheil ziehen werde." Astrologie und Calender-Verbesserung verschafften der Sternkunde lange allein Schutz bei der weltlichen und geistlichen Macht, wie Chemie und Botanik zuerst nur der Arzneimittellehre dienten.

Die kräftige, aus der innersten Ueberzeugung hervorbrechende, freie Sprache des Copernicus widerlegt hinlänglich die alte Behauptung, er habe das System, das seinen unsterblichen Namen führt, als eine dem rechnenden Astronomen bequeme Hypothese, als eine solche, die wohl auch unbegründet sein könne, vorgetragen. „Durch keine andere Anordnung," sagt er begeistert, „habe ich eine so bewundernswürdige Symmetrie des Universums eine so harmonische Verbindung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte (lucernam mundi), die Sonne, die ganze Familie kreisender Gestirne lenkend (circumagentem gubernans astrorum familiam) wie in die Mitte des schönen Naturtempels auf einen königlichen Thron gesetzt*)." Auch die Idee von der allgemeinen Schwere oder Anziehung (appetentia quaedam naturalis partibus indita) gegen den Welt-Mittelpunkt (centrum mundi), die Sonne, aus der Schwerkraft in kugelförmigen Körpern geschlossen, scheint dem großen Manne vorgeschwebt zu haben, wie eine denkwürdige Stelle†) des 9ten Capitels im ersten Buche der Revolutionen beweist.

---

*) Quis enim in hoc pulcherrimo templo lampadem hanc in alio vel meliori loco poneret, quam unde totum simul possit illuminare? Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alii mentem, alii rectorem vocant. Trimegistus visibilem Deum, Sophoclis Electra intuentem omnia. Ita profecto tanquam in solio regali Sol residens circumagentem gubernat Astrorum familiam: Tellus quoque minime fraudatur lunari ministerio, sed, ut Aristoteles de animalibus ait, maximam Luna cum terra cognationem habet. Concipit interea a Sole terra, et impregnatur annuo partu. Invenimus igitur sub hac ordinatione admirandam mundi symmetriam ac certum harmoniae nexum motus et magnitudinis orbium: qualis alio modo reperiri non potest. (Nicol. Copern. de Revol. orbium coelestium lib. I. cap. 10 p. 9, b.) In dieser Stelle, welche nicht ohne dichterische Anmuth und Erhabenheit des Ausdrucks ist, erkennt man, wie bei allen Astronomen des 17ten Jahrhunderts, Spuren eines langen und schönen Verkehrs mit dem classischen Alterthume. Copernicus hatte im Andenken: Cic. Somn. Scip. c. 4, Plin. II, 4 und Merc. Trismeg. lib. V. (ed. Cracov. 1586) pag. 195 und 201. Die Anspielung auf die Electra des Sophokles ist dunkel, da die Sonne nie ausdrücklich darin allsehend genannt wird, wie sonst in der Ilias und der Odyssee, auch in den Choephoren des Aeschylus (v. 980), die Copernicus wohl nicht Electra würde genannt haben. Nach Böckhs Vermuthung ist die Anspielung wohl einem Gedächtnißfehler zuzuschreiben und Folge einer dunklen Erinnerung an Vers 869 des Oedipus in Kolonos des Sophokles. Sonderbarerweise ist ganz neuerlich in einer sonst lehrreichen Schrift (Krzyzanski, Kopernik et ses traveaux 1847 p. 102) die Electra des Tragikers mit electrischen Strömungen verwechselt worden. Man liest als Uebersetzung der oben angeführten Stelle des Copernikus: „Si on prend le soleil pour le flambeau de l'Univers, pour son ame, pour son guide, si Trimegiste le nomme un Dieu, si *Sophocle le croit une puissance électrique* qui anime et contemple *l'ensemble de la création ......"*

†) „Pluribus ergo existentibus centris, de centro quoque mundi non temere quis dubitabit, an videlicet fuerit istud gravitatis terrenae, an aliud. Equidem existimo, *gravitatem* non aliud esse, quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant in formam globi coëuntes. Quam affectionem credibile est etiam Soli, Lunae, caeterisque errantium fulgoribus inesse, ut ejus efficacia in ea qua se repraesentant rotunditate permaneant, quae nihilominus multis modis suos efficiunt circuitus. Si igitur et terra faciat alios, utpote secundum centrum (mundi), necesse erit eos esse, qui similiter extrinsecus in multis apparent, in quibus invenimus annuum circu-

Wenn wir die verschiedenen Entwickelungsstufen kosmischer Anschauungen durchlaufen, so sehen wir in den frühesten Zeiten Ahndungen von Massen-Anziehung und Centrifugalkräften. Jacobi in seinen leider noch handschriftlichen Untersuchungen über das mathematische Wissen der Griechen verweilt mit Recht bei der „tiefen Naturbetrachtung des Anaxagoras, von dem wir nicht ohne Staunen vernehmen, daß der Mond*), wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder." Von ähnlichen Aeußerungen des Klazomeniers und des Diogenes von Apollonia über „Nachlassung im Umschwunge" habe ich bei Gelegenheit der Aerolithenfälle schon früher gehandelt†). Von der Ziehkraft, welche das Centrum der Erde ausübt gegen alle schwere Massen, die man von demselben trennt, hatte allerdings Plato einen klareren Begriff als Aristoteles: der zwar, wie Hipparch, die Beschleunigung der Körper im Fall kannte, ohne jedoch ihren Grund richtig aufzufassen. Im Plato und bei Democritus wird die Anziehung auf die Affinität, das Streben gleichartiger elementarer Stoffe beschränkt‡). Nur der Alexandriner Johannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeae, wahrscheinlich erst aus dem 6ten Jahrhundert, schreibt die Bewegung der Weltkörper einem primitiven Stoße zu, und verbindet mit dieser Idee die des Falles, des Strebens aller schweren und leichten Stoffe gegen die Erde||). Was Copernicus ahndete, Kepler aber in seinem herrlichen Werke de Stella Martis deutlicher aussprach, dort selbst¶) auf die Ebbe und Fluth des Oceans anwandte, findet man neu belebt und reich befruchtet (1666 und 1674) durch den Scharfsinn des geistreichen Robert Hooke. Nach solchen Vorbereitungen bot Newton's Lehre von der Gravitation das großartige Mittel dar, die ganze physische Astronomie in eine Mechanik des Himmels zu verwandeln**).

Copernicus kannte, wie man nicht bloß aus der Zueignung an den Pabst, sondern in mehreren Stellen des Werkes selbst sieht, ziemlich vollständig die Vorstellungen der Alten vom Weltbau. Er nennt indeß aus der vorhipparchischen Zeit nur Hicetas aus Syracus, den er immer als Nicetas aufführt, Philolaus den Pythagoreer, den Timäus des Plato, Ecphantus, Heraclides den Pontiker und den großen Geometer Apollonius von Perga. Von den beiden seinem Systeme am nächsten stehenden Mathematikern, dem Aristarch von Samos und Seleucus dem Babylonier††), erwähnt er den ersteren ohne alle Bezeichnung und den zweiten gar nicht. Man hat oft behauptet, er habe die Meinung

itum. — Ipse denique Sol medium mundi putabitur possidere, quae omnia ratio ordinis, quo illa sibi invicem succedunt, et mundi totius harmonia nos docet, si modo rem ipsam ambobus (ut ajunt) oculis inspiciamus. (Copern. de Revol. orb. coel. lib. I cap. 9 p. 7, b.

*) Plut. de facie in orbe Lunae pag. 923 C. (Vergl. Ideler, Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum 1832 p. 6.) In der Stelle des Plutarch wird Anaxagoras nicht genannt; daß dieser aber dieselbe Theorie „vom Fall beim Nachlassen des Umschwunges" auf alle (steinerne) Himmelskörper anwendet, lehren Diog. Laert. II, 12 und die vielen Stellen, welche ich oben (Kosmos Bd. I. S. 57 Anm. *), 59 Anm. ‡), 66 Anm. †) gesammelt. Vergl. Aristt. de Coelo II, 1 pag. 284, a 24 Bekker, und eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491, b in den Scholien nach der Ausgabe der Berliner Akademie, wo des „Nichtherabfallens der himmlischen Körper" gedacht wird, „wenn der Umschwung die Oberhand habe über die eigene Fallkraft oder den Zug nach unten." An diese Ideen, welche übrigens theilweise dem Empedocles und Democritus wie dem Anaxagoras zugehören, knüpft sich das von Simplicius (l. c.) angeführte Beispiel: „daß das Wasser in einer Phiole nicht ausgegossen wird beim Umschwung derselben, wenn der Umschwung schneller ist als die Bewegung des Wassers nach unten, τῆς ἐπὶ τὸ κάτω τοῦ ὕδατος φορᾶς."

†) Kosmos Bd. I. S. 66 u. Anm. †). (Vergl. Letronne des opinions cosmographiques des Pères de l'Eglise in der Revue des deux Mondes 1834 T. I. p. 621.)

‡) S. die Beweisstellen zu allem, was sich im Alterthum auf Anziehung, Schwere und Fall der Körper bezieht, mit großem Fleiß und mit Scharfsinn gesammelt in Th. Henri Martin, Etudes sur le Timée de Platon 1841 T. II. p. 272–280 und 341.

||) Joh. Philoponus de creatione mundi lib. I. cap. 12.

¶) Er gab später die richtige Meinung auf (Brewster, Martyrs of Science 1846 p. 211); aber daß dem Centralkörper des Planeten-Systems, der Sonne, eine Kraft inwohne, welche die Bewegungen der Planeten beherrsche, daß diese Sonnenkraft entweder wie das Quadrat der Entfernungen, oder in geradem Verhältniß abnehme, äußert schon Kepler in der 1618 vollendeten Harmonice Mundi.

**) Kosmos Bd. I. S. 20 und 28.

††) A. a. O. Bd. II. S. 243 und 282. Die zerstreuten Stellen, welche sich in dem Werke des Copernicus auf die vor-hipparchischen Systeme des Weltbaues beziehen, sind außer der Zueignung folgende: lib. I cap. 5 und 10, lib. V cap. 1 und 3 (ed. princ. 1543 p. 3, b; 7. b; 8, b; 133, b; 141 und 141, b; 179 und 181, b.) Ueberall zeigt Copernicus eine Vorliebe und sehr genaue Bekanntschaft mit den Pythagoreern, oder, um vorsich-

des Aristarch von Samos von der Centralsonne und der planetarischen Erde darum nicht gekannt, weil der Arenarius und alle Werke des Archimedes erst ein Jahr nach seinem Tode, ein volles Jahrhundert nach Erfindung der Buchdruckerkunst, erschienen seien; aber man vergißt, daß Copernicus in der Zueignung an den Pabst Paul III. eine lange Stelle über Philolaus, Ecphantus und Heraclides vom Pontus aus des Plutarchus Werke über die Meinung der Philosophen (III, 13) citirt und daß er in demselben (II, 24) hätte lesen können, wie Aristarch von Samos die Sonne den Fixsternen beigezählt habe. Was unter allen Meinungen der Alten den tiefsten Einfluß auf die Richtung und allmälige Entwickelung seiner Ideen ausgeübt haben könnte, sind nach Gassendi's Behauptung eine Stelle in dem encyclopädischen, in halb barbarischer Sprache abgefaßten Werke des Martianus Mineus Capella und das Weltsystem des Apollonius von Perga. Nach der Vorstellungsart des Martianus Mineus aus Madaura, die mit zu großer Zuversicht*) bald

---

tiger mich auszudrücken, mit dem, was den ältesten unter ihnen zugeschrieben wurde. So kennt er z. B., wie der Eingang der Zueignung beweist, den Brief des Lysis an den Hipparchus, welcher allerdings bezeugt, daß die geheimnißliebende italische Schule, „wie es anfangs auch des Copernicus Vorsatz war," nur Freunden ihre Meinungen mittheilen wollte. Das Zeitalter des Lysis ist ziemlich unsicher; er wird bald ein unmittelbarer Schüler des Pythagoras genannt, bald und sicherer ein Lehrer des Epaminondas (Böckh, Philolaos S. 8–15). Der Brief des Lysis an Hipparch, einen alten Pythagoreer, der die Geheimnisse des Bundes veröffentlicht hatte, ist, wie so viele ähnliche Schriften, in späten Zeiten geschmiedet worden. Copernicus hat ihn wahrscheinlich aus der Sammlung des Albus Manutius, Epistolae diversorum philosophorum (Romae 1494), oder aus einer lateinischen Uebersetzung des Cardinals Bessarion (Venet. 1516) gekannt. Auch in dem Verbot der Copernicanischen Schrift de Revolutionibus, in dem berühmten Decret der Congregazione dell' Indice vom 5. März 1616, wird das neue Weltsystem ausdrücklich als „falsa illa *doctrina Pythagorica*, Divinae Scripturae omnino adversans" bezeichnet. Die wichtige Stelle über Aristarch von Samos, von welcher ich im Text geredet, steht im Arenarius pag. 449 der Pariser Ausgabe des Archimedes von 1615, von David Rivaltus. Die editio princeps aber ist die Baseler von 1544 apud Io. Hervagium. Die Stelle im Arenarius sagt sehr bestimmt: „Aristarch habe die Astronomen widerlegt, welche sich die Erde unbewegt in der Mitte des Weltbaues denken. Die Sonne bezeichne diese Mitte; sie sei unbeweglich wie die anderen Sterne, während die Erde um die Sonne kreise." In dem Werk des Copernicus ist Aristarch zweimal, p. 69, b und 79, ohne alle Beziehung auf sein System genannt. — Ideler fragt (Wolf's und Buttmann's Museum der Alterthums-Wissenschaft Bd. II. 1808 S. 452), ob Copernicus die Schrift de docta ignorantia des Nicolaus von Cusa gekannt habe. Die erste Pariser Ausgabe der Werke ist allerdings von 1514, und der Ausdruck: jam nobis manifestum est, terram in veritate moveri hätte aus dem Munde eines platonisirenden Cardinals auf den Domherrn von Frauenburg einigen Eindruck machen sollen (Whewell, Philosophy of the inductive Sciences Vol. II. p. 343); aber ein Bruchstück von Cusa's Hand, das durch Clemens ganz neuerlich 1843 in der Bibliothek des Hospitals zu Cues aufgefunden worden ist, beweist genugsam, so wie auch die Schrift de venatione sapientiae cap. 28, daß Cusa sich die Erde nicht um die Sonne, sondern mit dieser zugleich, aber langsamer, „um die immerfort wechselnden Pole der Welt" bewegt dachte. (Clemens in Giordano Bruno und Nicol. von Cusa 1847 S. 97–100.)

*) S. die gründliche Behandlung dieses Gegenstandes in Martin, Études sur Timée T. II. p. 111 (Cosmographie des Égyptiens) und p. 129–133 (antécédents du Système de Copernic). Die Behauptung dieses gelehrten Philologen, nach welcher das ursprüngliche System des Pythagoras selbst von dem des Philolaus verschieden ist und die Erde unbewegt in die Mitte gesetzt haben soll, scheint mir nicht ganz überzeugend (T. II. p. 103 und 107). Ueber die auffallende Behauptung Gassendi's von dem tychonischen Systeme des Apollonius von Perga, deren ich oben im Texte Erwähnung gethan, will ich hier mich bestimmter erklären. Es heißt in den Biographien des Gassendi: „Magnam imprimis rationem habuit Copernicus duarum opinionum affinium, quarum unam Martiano Capellae, alteram Apollonio Pergaeo attribuit. — Apollonius Solem delegit, circa quem, ut centrum, non modo Mercurius et Venus, verum etiam Mars, Jupiter, Saturnus suas obirent periodos, dum Sol interim, uti et Luna, circa Terram, ut circa centrum, quod foret Affixarum mundique centrum, moverentur; quae deinceps quoque opinio Tychonis propemodum fuit. Rationem autem magnam harum opinionum Copernicus habuit, quod utraque eximie Mercurii ac Veneris circuitiones repraesentaret, eximieque causam retrogradationum, directionum, stationum in iis apparentium exprimeret, et posterior (Pergaei) quoque in tribus planetis superioribus praestaret." (Gassendi, Tychonis Brahei vita p. 296.) Mein Freund, der Astronom Galle, von dem ich Belehrung gewünscht, findet, wie ich, nichts, was Gassendi's so bestimmte Behauptung rechtfertigen könnte. „In den Stellen," schreibt er, „die Sie mir in des Ptolemäus Almagest (im Eingang von Buch XII) und in dem Werke des Copernicus lib. V cap. 3 pag. 141 a, cap. 35 pag. 179, a und b, cap. 36 pag. 181, b bezeichnen, ist nur von der Erklärung der Rückgänge und Stillstände der Planeten die Rede, wodurch zwar auf des Apollonius Annahme von der Umdrehung der Planeten um die Sonne hingewiesen wird (so wie auch Copernicus selbst der Annahme des Stillstandes der Erde ausdrücklich erwähnt); woher aber dieser, was er von Apollonius voraussetzt, geschöpft habe, ist nicht zu bestimmen. Es wird deshalb nur auf eine späte Autorität ein dem tychonischen gleiches System des Apollonius von Perge vermuthet werden können, obgleich ich eine deutliche Darlegung dieses Systems auch bei Copernicus nicht erwähnt noch aus älteren Stellen citirt gefunden habe. Sollte bloß lib. XII des Almagest die Quelle sein, wonach dem Apollonius die vollständige tychonische Ansicht beigemessen wird, so ist zu glauben, daß Gassendi in seinen Voraussetzungen zu weit gegangen ist und daß es sich damit eben so verhalte, wie mit den Phasen des Merkur und der Venus, die Copernicus (lib. I cap. 10 pag. 7, b und 8, a) zur Sprache gebracht, ohne sie bestimmt auf sein System angewendet zu haben. Aehnlich hat vielleicht Apollonius die Erklärung der Rückgänge der Planeten unter der Annahme einer Umdrehung um die Sonne

den Aegyptern, bald den Chaldäern zugeschrieben wird, ruht die Erde unbeweglich im Mittelpunkte, aber die Sonne wird, als kreisender Planet, von zwei Satelliten (Merkur und Venus) umgeben. Eine solche Ansicht des Weltgebäudes konnte freilich zu der der Centralkräfte der Sonne vorbereiten. Nichts rechtfertigt aber, weder in dem Almagest und überhaupt in den Schriften der Alten, noch in dem Werke des Copernicus de Revolutionibus, die von Gassendi so bestimmt ausgesprochene Behauptung über die vollkommene Aehnlichkeit des tychonischen Systems mit dem, welches man dem Apollonius von Perga zuschreiben will. Von der Verwechselung des copernicanischen Systems mit dem des Pythagoreers Philolaus, in welchem die nicht rotirende Erde (die Antichthon oder Gegenerde ist nicht ein eigener Planet, sondern die entgegengesetzte Halbkugel unseres Planeten) wie die Sonne selbst sich um den Weltheerd, das Centralfeuer, die Lebensflamme des ganzen Planetensystems, bewegt: kann nach Böckh's vollendeten Untersuchungen ferner keine Rede sein.

Die wissenschaftliche Revolution, deren Urheber Nicolaus Copernicus war, hat das seltene Glück gehabt (eine kurze, rückschreitende Bewegung der tychonischen Hypothese abgerechnet) ununterbrochen zum Ziele, zur Entdeckung des wahren Weltbaues zu führen. Die reiche Fülle genauer Beobachtungen, welche der eifernde Gegner selbst, Tycho de Brahe, lieferte, begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens, eines denkenden Erkennens der Natur, übertragen wurden. Man hat*) mit Scharfsinn, aber vielleicht mit zu schwacher Bezeichnung des freien, selbstständig die Gravitations-Theorie schaffenden Geistes gesagt: „Kepler schrieb ein Gesetzbuch, Newton den Geist der Gesetze."

Die sinnbildlichen dichterischen Mythen pythagorischer und platonischer Weltgemälde, wandelbar†) wie die Phantasie, die sie erzeugt, fanden theilweise noch ihren Reflex in Kepler; sie erwärmten und erheiterten sein oft getrübtes Gemüth, aber sie lenkten nicht ab von der ernsten Bahn, die er verfolgte und an deren Ziel‡) er gelangte zwölf Jahre vor

---

mathematisch behandelt, ohne etwas bestimmtes und allgemeines über die Wahrheit dieser Annahme hinzuzufügen. Der Unterschied des von Gassendi beschriebenen apollonischen Systems von dem des Tycho würde übrigens nur der sein, daß dieser auch noch die Ungleichheiten in den Bewegungen erklärt. Die Bemerkung von Robert Small, daß die Idee, welche dem tychonischen Systeme zum Grunde liegt, keinesweges fremd dem Geiste des Copernicus gewesen sei, sondern ihm vielmehr als ein Durchgangspunkt für sein eigenes System gedient habe, scheint mir wohlbegründet."

*) Schubert, Astronomie Th. I. S. 124. Eine überaus gelungene und vollständige tabellarische Uebersicht aller astronomischen Anschauungen des Weltbaues von den frühesten Zeiten der Menschheit bis zu Newton's Gravitations-System (Inductive Table of Astronomy) hat Whewell gegeben in der Philosophy of the inductive Sciences Vol. II. p. 282.

†) Plato ist philolaisch im Phädrus, im Timäus dagegen ganz dem System der unbewegten im Centrum ruhenden Erde, das man später hipparchisch und ptolemäisch genannt hat, zugethan. (Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XXVI–XXXII; derselbe im Philolaus S. 104–108. Vergl. auch Fries, Geschichte der Philosophie Bd. I. S. 325–347 mit Martin, Études sur Timée T. II. p. 64–92.) Das astronomische Traumbild, in welches der Weltbau am Ende des Buchs von der Republik gehüllt ist, erinnert zugleich an das eingeschachtelte Sphären-System der Planeten und den Einklang der Töne „als Stimmen der mit umschwingenden Sirenen." (S. über Entdeckung des wahren Weltsystems die schöne, vielumfassende Schrift von Apelt: Epochen der Gesch. der Menschheit Bd. I. 1845 S. 205–305 und 379–445.)

‡) Kepler, Harmonices Mundi libri quinque 1619 p. 189. „Am 8. März 1618 kam Kepler nach vielen vergeblichen Versuchen auf den Gedanken die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten mit den Würfeln der mittleren Entfernungen zu vergleichen, allein er verrechnete sich und verwarf diesen Gedanken wieder. Am 15. Mai 1618 kam er auf den Gedanken zurück und rechnete richtig. Das dritte Kepler'sche Gesetz war nun entdeckt. Diese Entdeckung und die damit verwandten fallen gerade in die unglückliche Epoche, in welcher der, von früher Kindheit an den härtesten Schlägen des Schicksals ausgesetzte Mann daran arbeitet, seine 70jährige Mutter, die der Giftmischung, Thränenlosigkeit und Zauberei angeklagt ist, in einem 6 Jahre dauernden Hexenprocesse von der Folter und dem Scheiterhaufen zu retten. Der Verdacht ward dadurch verstärkt, daß ihr eigener Sohn, der bösartige Zinngießer Christoph Kepler, die Mutter anklagte, und daß diese bei einer Tante erzogen war, welche zu Weil als Hexe verbrannt wurde. S. eine überaus interessante, im Auslande wenig bekannt gewordene und nach neu aufgefundenen Manuscripten abgefaßte Schrift des Freiherrn von Breitschwert: Johann Keppler's Leben und Wirken 1831 S. 12, 97–147 und 196. Nach derselben Schrift ward Kepler, der sich in deutschen Briefen immer Keppler unterzeichnet, nicht den 21. Dec. 1571 in der Reichsstadt Weil, wie man gewöhnlich annimmt, sondern den 27. Dec. 1571 in dem würtembergischen Dorfe Magstatt geboren. Von Copernicus ist es ungewiß, ob er am 19. Jan. 1472, oder am 19. Febr. 1473, wie Möstlin will, oder (nach Czynski) den 12. Februar desselben Jahres geboren ist. Des Columbus Geburtsjahr schwankte lange um 19 Jahre. Ramusio setzt es in 1430, Bernaldez, der Freund des Entdeckers, in 1436, der berühmte Geschichtsschreiber Muñoz in das Jahr 1446,

seinem Tode in der denkwürdigen Nacht des 15. Mai 1618. Copernicus hatte durch die tägliche Rotation der Erde um ihre Achse eine genügende Erklärung der scheinbaren Umwälzung des Fixsternhimmels und durch die jährliche Bewegung um die Sonne eine eben so vollkommene Auflösung der auffallendsten Bewegungen der Planeten (Stationen und Rückgänge) gegeben und so den wahren Grund der sogenannten zweiten Ungleichheit der Planeten gefunden. Die erste Ungleichheit, die ungleichförmige Bewegung der Planeten in ihren Bahnen, ließ er unerklärt. Getreu dem uralten pythagorischen Principe von der den Kreisbewegungen inwohnenden Vollkommenheit, bedurfte Copernicus noch zu seinem Weltenbau excentrischer, im Mittelpunkt leerer Kreise, auch einiger Epicykeln des Apollonius von Perga. So kühn der Weg war, den man eingeschlagen, so konnte man doch nicht auf einmal sich von allen früheren Ansichten befreien.

Der gleiche Abstand, in welchem die Sterne von einander bleiben, indem das ganze Himmelsgewölbe sich von Osten nach Westen bewegt, hatte zu der Vorstellung eines Firmaments, einer soliden krystallenen Sphäre geführt, an welche sich Anaximenes (vielleicht nicht viel jünger als Pythagoras) die Sterne wie Nägel*) angeheftet dachte. Geminus der Rhodier, gleichzeitig mit Cicero, bezweifelt, daß die Sternbilder in einer Fläche liegen; einige liegen nach ihm höher, andere tiefer. Die Vorstellung vom Fixsternhimmel wurde auf die Planeten übergetragen; und so entstand die Theorie der excentrischen in einander geschachtelten Sphären des Eudoxus, Menächmus und des Aristoteles, der die rückwirkenden Sphären erfand. Die Theorie der Epicykeln, eine Construction, welche sich der Darstellung und Berechnung der planetarischen Bewegungen leichter anpaßte, verdrängte nach einem Jahrhundert durch den Scharfsinn des Apollonius die starren Sphären. Ob man, wie Ideler glaubt, erst nach Errichtung des alexandrinischen Museums angefangen habe „eine freie Bewegung der Planeten im Weltraume für möglich zu halten;" ob man sich allgemein früher sowohl die eingeschachtelten durchsichtigen Sphären (nach Eudoxus 27, nach Aristoteles 55) als die Epicykeln, die Hipparch und Ptolemäus dem Mittelalter überlieferten, nicht als fest, von materieller Dichte, sondern nur als ideelle Anschauungen dachte: darüber enthalte ich mich hier aller historischen Entscheidung, so sehr ich auch der „bloß ideellen Anschauung" zugethan bin. Gewisser ist es, daß in der Mitte des 16ten Jahrhunderts, da die Theorie der 77 homocentrischen Sphären des gelehrten Polyhistors Girolamo Fracastoro Beifall fand und da später die Gegner des Copernicus alle Mittel aufsuchten das ptolemäische System aufrecht zu halten, die, besonders von den Kirchenvätern begünstigte Vorstellung von der Existenz solider Sphären, Kreise und Epicykeln noch weit verbreitet war. Tycho de Brahe rühmt sich ausdrücklich des Verdienstes, durch seine Betrachtungen über die Cometenbahnen zuerst die Unmöglichkeit solider Sphären erwiesen, das künstliche Gerüste derselben zertrümmert zu haben. Er füllte den freien Himmelsraum mit Luft, und glaubte sogar, das widerstehende Mittel könne, von den kreisenden Weltkörpern erschüttert, Töne erzeugen. Diese erneuerte pythagorische Ton-Mythe glaubte der wenig poetische Rothmann widerlegen zu müssen.

Die große Entdeckung Kepler's, daß alle Planeten sich in Ellipsen um die Sonne bewegen und daß die Sonne in dem einen Brennpunkt dieser Ellipsen liegt, hat endlich das ursprüngliche copernicanische System von den excentrischen Kreisen und von allen Epicykeln befreit†). Der planetarische Weltbau erschien nun objectiv, gleichsam architectonisch,

*) Plut. de plac. Philos. II, 14; Aristot. Meteorol. XI, 8, de Coelo II, 8. Ueber die Sphärentheorie im allgemeinen und insbesondere über die rückwirkenden Sphären des Aristoteles s. Ideler's Vorlesung über Eudoxus 1828 S. 49–60.

†) Eine bessere Einsicht in die freie Bewegung der Körper, in die Unabhängigkeit der einmal gegebenen Richtung der Erdachse von der rotatorischen und fortschreitenden Bewegung der Erdkugel in ihrer Bahn hat das ursprüngliche System des Copernicus auch von der Annahme einer Declinations-Bewegung oder sogenannten dritten Bewegung der Erde (de Revolut. orb. coel. lib. I cap. 11, triplex motus telluris) befreit. Der Parallelismus der Erdachse erhält sich im jährlichen Umlauf um die Sonne, nach dem Gesetz der Trägheit ohne Anwendung eines berichtigenden Epicykels.

in seiner einfachen Größe; aber das Spiel und der Zusammenhang der inneren, treibenden und erhaltenden Kräfte wurden erst von Isaac Newton enthüllt. Wie man oft schon in der Geschichte der allmäligen Entwickelung des menschlichen Wissens bemerkt hat, daß wichtige, aber scheinbar zufällige Entdeckungen, wie das Auftreten großer Geister, sich in einen kurzen Zeitraum zusammendrängen; so sehen wir diese Erscheinung auf die auffallendste Weise in dem ersten Decennium des 17ten Jahrhunderts wiederholt. Tycho, der Gründer der neueren messenden Astronomie, Kepler, Galilei und Bacon von Verulam sind Zeitgenossen. Alle, außer Tycho, haben in reifen Jahren noch die Arbeiten von Descartes und Fermat erlebt. Die Grundzüge von Bacon's Instauratio Magna erschienen in englischer Sprache schon 1605, fünfzehn Jahre vor dem Novum Organon. Die Erfindung des Fernrohrs und die größten Entdeckungen der physischen Astronomie (Jupiterstrabanten, Sonnenflecken, Phasen der Venus, Wundergestalt des Saturn) fallen zwischen die Jahre 1609 und 1612. Keplers Speculationen über die elliptische*) Marsbahn beginnen 1601 und geben Anlaß zu der acht Jahre darauf vollendeten Astronomia nova seu Physica coelestis. „Durch das Studium der Bahn des Planeten Mars," schreibt Kepler, „müssen wir zu den Geheimnissen der Astronomie gelangen oder wir bleiben in derselben auf immer unwissend. Es ist mir durch hartnäckig fortgesetzte Arbeit gelungen die Ungleichheiten der Bewegung des Mars Einem Naturgesetz zu unterwerfen." Die Verallgemeinerung desselben Gedankens hat Kepler zu den großen Wahrheiten und kosmischen Ahndungen geführt, die der phantasiereiche Mann zehn Jahre später in seiner Weltharmonie (Harmonices Mundi libri quinque) dargelegt. „Ich glaube," sagt Kepler schön in einem Briefe an den dänischen Astronomen Longomontanus, „daß Astronomie und Physik so genau mit einander verknüpft sind, daß keine ohne die andere vervollkommnet werden kann." Auch erschienen die Früchte seiner Arbeiten über die Structur des Auges und die Theorie des Sehens 1604 in den Paralipomenen zum Vitellion, die Dioptrik†) selbst schon 1611. So verbreitete sich das Wissen über die wichtigsten Gegenstände der Erscheinungswelt in den himmlischen Räumen wie über die Art, durch Erfindung neuer Organe, diese Gegenstände zu erfassen, in dem kurzen Zeitraume der ersten 10 bis 12 Jahre eines mit Galilei und Kepler anbrechenden, mit Newton und Leibnitz endenden Jahrhunderts.

Die zufällige Erfindung der raumdurchdringenden Kraft der Fernröhre wurde zuerst in Holland, wahrscheinlich schon in den letzten Monaten des Jahres 1608, bekannt. Nach den neuesten archivarischen Untersuchungen ‡) können Ansprüche auf diese große Erfindung

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie ancienne T. II. p. 381.

†) S. Sir David Brewster's Urtheil über Kepler's optische Arbeiten in the Martyrs of Science 1846 p. 179–182 (vergl. Wilde, Gesch. der Optik 1838 Th. I. S. 182–210). Wenn das Gesetz der Brechung der Lichtstrahlen dem Leidener Professor Willebrord Snellius (1626) gehört, der es in seinen Papieren vergraben hinterließ, so ist dagegen die Publication des Gesetzes unter einer trigonometrischen Form zuerst durch Descartes geschehen. S. Brewster im North-British Review Vol. VII p. 207; Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 227.

‡) Vergl. zwei vortreffliche Abhandlungen über die Erfindung des Fernrohrs von Prof. Moll aus Utrecht im Journal of the Royal Institution 1831 Vol. I. p. 319 und von Wilde zu Berlin in seiner Geschichte der Optik 1838 Th. I. S. 138–172. Das in holländischer Sprache abgefaßte Werk von Moll führt den Titel: Geschiedkundig Onderzoek naar de eerste Uitfinders der Verrekykers, uit de Aantekeningen van wyle den Hoogl. van Swinden zamengesteld door G. Moll. Amsterdam 1831.) Olbers hat einen Auszug aus dieser interessanten Schrift mitgetheilt in Schumacher's Jahrbuch für 1843 S. 56–65. Die optischen Instrumente welche Jansen dem Prinzen Moriz von Nassau und dem Erzherzog Albert lieferte (letzterer schenkte das seinige an Cornelius Drebbel), waren, wie aus dem Briefe des Gesandten Boreel erhellt, der als Kind oft in des Brillenmachers Jansen Hause gewesen war und die Instrumente später im Laden sah, Microscope von 18 Zoll Länge, „durch welche kleine Gegenstände, wenn man von oben hineinsah, wunderbar vergrößert wurden." Die Verwechselung der Microscope und Telescope verdunkelt die Geschichte der Erfindungen beider Werkzeuge. Der eben erwähnte Brief von Boreel (aus Paris 1655) macht es, trotz der Autorität von Tiraboschi, unwahrscheinlich, daß die erste Erfindung des zusammengesetzten Microscops Galilei gehöre. Vergl. über diese dunkle Geschichte optischer Erfindungen Vincenzio Antinori in den Sággi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento 1841 p. 22–26. Huygens, dessen Geburtsjahr kaum 25 Jahre nach der muthmaßlichen Erfindungsepoche des Fernrohrs fällt, wagt schon nicht mit Gewißheit über den Namen des ersten Erfinders zu entscheiden (Opera reliqua 1728 Vol. II. p. 125.) Nach den archivarischen Forschungen von van Swinden und Moll besaß nicht nur Lippershey schon den 2. Oct. 1608 von ihm selbst angefertigte Fernröhre, sondern der französische Gesandte im Haag, Präsident Jeannin, schrieb auch schon den 28. Dec. desselben Jahres an Sully: „daß er mit dem Middelburger Brillen-

machen: Hans Lippershey, gebürtig aus Wesel, Brillenmacher zu Middelburg; Jacob Adriaansz mit dem Beinamen Metius, der auch Brennspiegel von Eis verfertigt haben soll; und Zacharias Jansen. Der erste wird in dem wichtigen Briefe des holländischen Gesandten Boreel an den Arzt Borelli, Verfasser der Abhandlung de vero telescopii inventore (1655), immer Laprey genannt. Wenn man die Priorität nach den Zeitepochen bestimmen will, in denen den Generalstaaten Anträge gemacht wurden, so gehört dem Hans Lippershey der Vorrang. Er bietet der Regierung drei Instrumente an, „mit denen man in die Ferne sieht," am 2. October 1608. Des Metius Anerbieten ist erst vom 17. October desselben Jahres, aber er sagt ausdrücklich in der Bittschrift: „daß er durch Fleiß und Nachdenken schon seit zwei Jahren solche Instrumente construirt habe." Zacharias Jansen (wie Lippershey, Brillenmacher zu Middelburg) erfand in Gemeinschaft mit seinem Vater Hans Jansen gegen das Ende des 16ten Jahrhunderts (wahrscheinlich nach 1590) das zusammengesetzte Microscop, dessen Ocular ein Zerstreuungsglas ist; aber erst 1610, wie der Gesandte Boreel es bezeugt, das Fernrohr, welches er und seine Freunde zwar auf ferne irdische, aber nicht auf himmlische Gegenstände richteten. Der Einfluß, welchen das Microscop auf die tiefere Kenntniß alles Organischen in Gestaltung und Bewegung der Theile, das Fernrohr auf die plötzliche Erschließung der Welträume ausgeübt haben, ist so unermeßlich gewesen, daß die Geschichte der Entdeckung hier umständlicher berührt werden mußte.

Als die Nachricht von der in Holland gemachten Erfindung des telescopischen Sehens im Mai 1609 sich nach Venedig verbreitete, wo Galilei zufällig anwesend war, errieth dieser das Wesentliche der Construction eines Fernrohrs und brachte sogleich das seinige in Padua zu Stande*). Er richtete dasselbe zuerst auf die Gebirgslandschaften des Mondes, deren höchste Punkte er zu messen lehrt, während er, wie Leonardo da Vinci und Möstlin, das aschfarbene Licht des Mondes dem von der Erde auf den Mond reflectirten Sonnenlichte zuschrieb; er durchforschte mit schwacher Vergrößerung die Gruppe der Plejaden, den Sternhaufen der Krippe im Krepse, die Milchstraße und die Sterngruppe im Kopf des Orion. Dann folgten schnell hinter einander die großen Entdeckungen der vier Tra-

macher über ein Fernrohr unterhandle, welches er dem König Heinrich IV. schicken wolle." Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen, der Mitentdecker der Jupitersmonde) erzählt sogar, daß seinem Freunde Fuchs von Bimbach, geheimem Rath des Markgrafen von Ansbach, bereits im Herbste 1608 in Frankfurt am Main von einem Belgier ein Fernrohr angeboten worden sei. Zu London fabricirte man Fernröhre im Februar 1610, also ein Jahr später als Galilei das seinige zu Stande brachte (Rigaud on Harriot's papers 1833 p. 23, 26 und 46). Man nannte sie anfangs Cylinder. Porta, der Erfinder der Camera obscura, hat, wie früher Fracastoro, der Zeitgenosse von Columbus, Copernicus und Cardanus, bloß von der Möglichkeit gesprochen, durch auf einander gelegte convexe und concave Gläser (duo specilla ocularia alterum alteri superposita) „alles größer und näher zu sehen;" aber die Erfindung des Fernrohrs kann man ihnen nicht zuschreiben. (Tiraboschi, Storia della Letter ital. T. XI. p. 467; Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 121.) Brillen waren in Harlem seit dem Anfang des 14ten Jahrhunderts bekannt und eine Grabschrift in der Kirche Maria Maggiore zu Florenz nennt als Erfinder (inventore degli occiali) den 1317 gestorbenen Salvino degli Armati. Einzelne, wie es scheint, sichere Angaben über den Gebrauch der Brillen durch Greise hat man selbst von 1299 und 1305. Die Stellen von Roger Bacon beziehen sich auf die vergrößernde Kraft gläserner Kugelsegmente. S. Wilde, Gesch. der Optik Th. I. S. 93–96 und oben S. 321 Anm. *).

*) Eben so soll der oben genannte Arzt und markgräflich ansbachische Mathematicus Simon Marius schon 1608, nach der von Fuchs von Bimbach erhaltenen Beschreibung von der Wirkung eines holländischen Fernrohrs, sich selbst eines construirt haben. Ueber Galilei's früheste Beobachtung der Gebirgslandschaften des Mondes, deren ich im Texte erwähnt, vergl. Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 200–206; Galilei, Opere 1744 T. II. p. 60, 403 und (Lettera al Padre Christophoro Grienberger, in materia delle Montuosità della Luna) p. 409–424. Galilei findet einige kreisrunde, von Bergen überall umgebene Landschaften im Monde, der Gestaltung von Böhmen ähnlich. „Eundem facit aspectum Lunae locus quidam, ac faceret in terris regio consimilis *Boemiae*, si montibus altissimis, inque peripheriam perfecti circuli dispositis occluderetur undique." (T. II. p. 8.) Die Bergmessungen geschahen nach der Methode der Lichttangenten. Galilei maß, wie später noch Hevelius that, den Abstand des Berggipfels von der Erleuchtungsgrenze in dem Augenblick, wo die Berggipfel zuerst von den Sonnenstrahlen getroffen werden. Von der Länge der Bergschatten finde ich keine Beobachtung. Er fand die Erhöhungen incirca miglia quattro hoch, und viele höher als unsere Berge auf der Erde. Die Vergleichung ist sonderbar, da nach Riccioli man damals so übertriebene Meinungen von unseren Berggipfeln hatte und einer der vornehmsten, d. h. früh berufensten, der Pic von Teneriffa, erst 1724 mit einiger Genauigkeit trigonometrisch von Feuillée gemessen wurde. An die Existenz von vielen Seen und einer Atmosphäre des Mondes glaubte Galilei auch, wie alle Beobachter bis zum Ende des 18ten Jahrhunderts.

banten des Jupiter, der zwei Handhaben des Saturn (seine undeutlich gesehene, nicht erkannte Ringumgebung); der Sonnenflecken und der sichelförmigen Gestalt der Venus.

Die Monde des Jupiter, die ersten aller durch das Fernrohr aufgefundenen Nebenplaneten, wurden, wie es scheint, fast zugleich, und ganz unabhängigerweise, am 29. December 1609 von Simon Marius zu Ansbach und am 7. Januar 1610 von Galilei zu Padua entdeckt. In der Publication dieser Entdeckung kam Galilei durch den Nuncius Sidereus (1610) dem Mundus Jovialis (1614) des Simon Marius zuvor*). Dieser hatte den Jupiterstrabanten den Namen Sidera Brandenburgica zugedacht; Galilei schlug die Namen Sidera Cosmica oder Medicea vor, von denen in Florenz der letztere am Hofe mehr Beifall fand. Die collectiven Namen genügten aber nicht dem schmeichlerischen Sinne. Statt die Monde, wie wir jetzt thun, durch Zahlen zu bezeichnen, nannte sie Marius: Io, Europa, Ganymed und Callisto; durch Galilei's Nomenclatur traten an die Stelle dieser mythologischen Wesen die Familiennamen des mediceischen Herrscherhauses: Catharina, Maria, Cosimo der ältere und Cosimo der jüngere.

Die Bekanntschaft mit dem Satelliten-System des Jupiter und die mit den Phasen der Venus haben den wesentlichen Einfluß auf die Befestigung und Verbreitung des copernicanischen Systemes gehabt. Die kleine Jupiterswelt (Mundus Jovialis) bot dem geistigen Blicke ein vollkommenes Bild des großen Planeten- und Sonnensystems dar. Man erkannte, daß die Nebenplaneten den von Kepler entdeckten Gesetzen gehorchen; am frühesten, daß die Quadrate der Umlaufszeiten sich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen der Satelliten vom Hauptplaneten. Deshalb ruft Kepler, in der Harmonice Mundi, in dem festen Vertrauen und der Sicherheit, welche „einem deutschen Manne" die philosophische Freimüthigkeit einflößt, den Stimmführenden jenseits der Alpen zu:

---

*) Ich finde hier Veranlassung, wiederum (s. Kosmos, im ersten Buche) an den von Arago ausgesprochenen Grundsatz zu erinnern: „Il n'y a qu'une manière rationelle et juste d'écrire *l'histoire des sciences*, c'est de s'appuyer exclusivement sur des publications ayant date certaine; hors de là tout est confusion et obscurité." — Die so sonderbar verspätete Erscheinung des Fränkischen Kalenders oder der Practica (1612) und des astronomisch wichtigen Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope perspicilli Belgici (Febr. 1614) konnte allerdings zu dem Verdachte Anlaß geben, Marius habe aus dem Nuncius sidereus des Galilei, dessen Zueignung vom März 1610 ist, oder gar aus früheren brieflichen Mittheilungen geschöpft. Auch nennt ihn Galilei, gereizt durch den noch nicht vergessenen Proceß über den Proportional-Zirkel gegen Balthasar Capra, einen Schüler des Marius, usurpatore del Sistema di Giove; ja Galilei wirft sogar dem ketzerisch-protestantischen Astronomen aus Gunzenhausen vor, daß seine frühere Beobachtung auf einer Calender-Verwechselung beruhe. „Tace il Mario di far cauto il lettore, come essendo egli separato della Chiesa nostra, ne avendo acettato l'emendatione gregoriana, il giorno 7 di gennaio del 1610 di noi cattolici (der Tag, an welchem Galilei die Satelliten entdeckte), è l'istesso, che il dì 28 di decembre del 1609 di loro eretici, e questa è tutta la precedenza delle sue finte osservationi." (Venturi, Memorie e Lettere di Galileo Galilei 1818 P. I. p. 279 und Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 696.) Nach einem Briefe, den Galilei 1614 an die Academia dei Lincei richtete, wollte derselbe seine Klage gegen Marius etwas unphilosophisch an den Marchese di Brandeburgo richten. Im ganzen blieb indeß Galilei wohlwollend gesinnt für die deutschen Astronomen. „Gli ingegni singolari, che in gran numero fioriscono nell' Alemagna, mi hanno lungo tempo tenuto in desiderio di vederla," schreibt er im März 1611 (Opere T. II. p. 44.) Auffallend ist es mir immer gewesen, daß, wenn Kepler in einem Gespräche mit Marius scherzhaft als Taufzeuge jener mythologischen Benennungen, Io und Callisto, aufgeführt wird, derselbe weder in seinem in Prag (April 1610) erschienenen Commentar zum Nuncius Sidereus nupor ad mortales a *Galilaeo* missus, noch in seinen Briefen an Galilei oder an den Kaiser Rudolph (Herbst 1610) seines Landsmannes Marius Erwähnung thut, sondern überall von „der glorreichen Entdeckung der mediceischen Gestirne durch Galilei" spricht. Indem er seine eigenen Satelliten-Beobachtungen vom 4–9. Sept. 1610 veröffentlicht, giebt er einer kleinen zu Frankfurt 1611 erschienenen Schrift den Titel: Kepleri Narratio de observatis a se quatuor Jovis satellitibus erronibus, quos Galilaeus Mathematicus Florentinus *jure inventionis* Medicea Sidera nuncupavit. Ein Brief aus Prag (25. Oct. 1610), an Galilei gerichtet, endigt mit den Worten: „neminem habes, quem metuas aemulum." Vergl. Venturi P. I. p. 100, 117, 139, 144 und 149. Durch einen Irrthum verleitet und nach einer sehr unsorgfältigen Durchsicht aller zu Petworth, dem Landsitze von Lord Egremont, aufbewahrten kostbaren Handschriften, hat Baron von Zach behauptet, daß der ausgezeichnete Astronom und virginische Reisende Thomas Harriot gleichzeitig mit Galilei und vielleicht selbst früher die Jupiterstrabanten entdeckt habe. Eine sorgfältigere von Rigaud angestellte Untersuchung von Harriot's Manuscripten hat gelehrt, daß seine Beobachtungen nicht am 16. Januar, sondern erst am 17. October 1610 anfangen, 9 Monate nach Galilei und Marius. (Vergl. Zach, Corr. astron. Vol. VII. p. 105; Rigaud, Account of Harriot's astron. papers Oxf. 1833 p. 37; Brewster, Martyrs of Science 1846 p. 32.) Die frühesten Originalbeobachtungen der Jupiterstrabanten, die Galilei und sein Schüler Renieri angestellt, sind erst vor zwei Jahren aufgefunden worden.

„achtzig Jahre*) sind verflossen, in denen des Copernicus Lehre von der Bewegung der Erde und von der Ruhe der Sonne ungehindert gelesen wurde, weil man für erlaubt hielt über natürliche Dinge zu disputiren und die Werke Gottes zu beleuchten; und jetzt, da neue Documente zum Beweis der Lehre aufgefunden sind, Documente, welche den (geistlichen) Richtern unbekannt waren, wird die Verbreitung des wahren Systems vom Weltbau bei Euch verpönt!" Diese Verpönung, Folge des alten Kampfes der Naturwissenschaft mit der Kirche, hatte schon früh Kepler selbst in dem protestantischen Deutschland erfahren †).

Für die Geschichte der Astronomie, ja für die Schicksale ihrer Begründung ‡) bezeichnet die Entdeckung der Jupiterstrabanten eine ewig denkwürdige Epoche. Die Verfinsterungen der Trabanten, ihr Eintritt in den Schatten Jupiters haben auf die Geschwindigkeit des Lichts (1675) und durch die Kenntniß dieser Geschwindigkeit zur Erklärung der Aberations-Ellipse der Fixsterne (1727) geleitet, in der sich gleichsam am Himmelsgewölbe die große Bahn der Erde in ihrem jährlichen Laufe um die Sonne abspiegelt. Man hat diese Entdeckungen Römer's und Bradley's mit Recht „den Schlußstein des copernicanischen Systems," den sinnlichen Beweis von der translatorischen Bewegung der Erde genannt.

Auch die Wichtigkeit, welche die Verfinsterungen der Jupiterstrabanten für die geographischen Längenbestimmungen auf dem festen Lande darbieten, wurde von Galilei früh (Sept. 1612) erkannt. Er schlug diese Längenmethode erst dem spanischen Hofe (1616), später den Generalstaaten von Holland, und zwar für das Seewesen, vor ||): wenig bekannt, wie es scheint, mit den unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche die praktische Anwendung der Methode auf dem vielbewegten Elemente findet. Er wollte mit hundert von ihm anzufertigenden Fernröhren selbst nach Spanien gehen oder seinen Sohn Vicenzio dahin schicken. Er verlangt als Belohnung „una Croce di S. Jago" und ein Jahrgehalt von 4000 Scudi; eine geringe Summe, sagt er, da man ihm anfangs im Hause des Cardinals Borgia zu 6000 Ducaten Renten Hoffnung gemacht.

Auf die Entdeckung der Nebenplaneten des Jupiter folgte bald die Beobachtung der sogenannten Dreigestaltung des Saturn, planeta tergeminus. Schon im November 1610 meldete Galilei an Kepler, daß „der Saturn aus drei Sternen bestehe, die sich gegenseitig berühren." In dieser Beobachtung lag der Keim zur Entdeckung des Saturnringes. Hevelius beschrieb (1656) das Veränderliche dieser Gestaltung, die ungleiche Oeffnung der Ansen (Henkel) und ihr zuweilen eintreffendes gänzliches Verschwinden. Das Verdienst alle Erscheinungen des einigen Saturnringes wissenschaftlich erklärt zu haben gehört aber (1655) dem scharfsinnigen Huygens, der nach der mißtrauischen Sitte der Zeit seine Entdeckung, wie Galilei, in ein Anagramm und zwar von 88 Buchstaben einhüllte. Erst Do-

---

*) Es sollte heißen 73 Jahre, denn das Verbot des copernicanischen Systems durch die Congregation des Index war vom 5. März 1616.

†) Frhr. von Breitschwert, Kepler's Leben S. 36.

‡) Sir John Herschel, Astron. § 465.

||) Galilei, Opere T. II. (Longitudine per via de' Pianeti Medicei) p. 435–506; Nelli, Vita Vol. II. p. 656–688; Venturi, Memorie e Lettere di G. Galilei P. I. p. 177. Schon 1612, also kaum zwei Jahre nach der Entdeckung der Jupiterstrabanten, rühmte sich Galilei, wohl etwas voreilig, die Tafeln dieser Nebenplaneten „mit der Sicherheit einer Zeitminute" vollendet zu haben. Eine lange diplomatische Correspondenz begann, ohne zum Ziel zu führen, mit dem spanischen Gesandten 1616, mit dem holländischen 1636. Die Fernröhre sollten 40- bis 50malige Vergrößerung haben. Um die Satelliten auf dem schwankenden Schiffe leichter zu finden und besser (wie er wähnte) im Felde zu behalten, erfand er 1617 (Nelli Vol. II. p. 663) das Binocular-Telescop, das gewöhnlich dem in optischen Dingen sehr erfahrenen und nach Fernröhren von 4000maliger Vergrößerung strebenden Capuziner Schyrleus de Rheita zugeschrieben wird. Galilei machte Versuche mit seinem binoculo (auch von ihm celatone oder testiera genannt) im Hafen von Livorno bei heftigem, das Schiff stark bewegendem Winde. Auch ließ er im Arsenal zu Pisa an einer Vorrichtung arbeiten, in welcher der Beobachter der Trabanten dadurch „vor allen Schwankungen geschützt werden sollte, daß er in einer Art Kahn säße, der in einem anderen, mit Wasser oder Oel gefüllten Kahne frei schwämme. (Lettera al Picchena de 22' Marzo 1617, Nelli, Vita Vol. I. p. 281; Galilei, Opere T. II. p. 473, Lettera a Lorenzo Realio del 5 Giugno 1637.) Sehr merkwürdig ist der Beweis der Vorzüge, welche Galilei (Opere T. II. p. 454) seiner Methode im Seedienste vor der Methode der Monddistanzen von Morin zuschreibt.

minicus Cassini sah den schwarzen Streifen am Ringe und erkannte (1684), daß er sich (wenigstens) in zwei concentrische Ringe theile. Ich fasse zusammen, was Ein Jahrhundert über die wunderbarste, ungeahndetste aller Gestaltungen in den himmlischen Räumen gelehrt hat, über eine Gestaltung, die auf scharfsinnige Vermuthungen über die ursprüngliche Bildung von Neben- und Hauptplaneten hat leiten können.

Die Sonnenflecken sind zuerst durch Fernröhre von Johann Fabricius, dem Ostfriesen, und von Galilei (man behauptet, zu Padua oder Venedig) beobachtet worden; in der Veröffentlichung der Entdeckung ist unbestreitbar Fabricius (Junius 1611) dem Galilei (erster Brief an den Bürgermeister Marcus Welser vom 4. Mai 1612) um ein Jahr zuvorgekommen. Die ersten Beobachtungen des Fabricius sind nach Argo's sorgfältiger Untersuchung*) vom März 1611, nach Sir David Brewster sogar von dem Ende des Jahres 1610, wenn Christoph Scheiner die seinigen selbst nur bis April 1611 zurückführt und wahrscheinlich sich erst im October desselben Jahres ernsthaft mit den Sonnenflecken beschäftigte. Ueber Galilei besitzen wir nur sehr dunkle und von einander abweichende Angaben. Wahrscheinlich erkannte er die Sonnenflecken im April 1611; denn er zeigte sie öffentlich zu Rom im Garten des Cardinals Bandini am Quirinal im April und Mai desselben Jahres. Harriot, welchem Baron Zach die Entdeckung der Sonnenflecken (am 16. Januar 1610!) zuschreibt, sah allerdings schon drei derselben den 8. Dec. 1610 und bildete ihre Lage in einem Register der Beobachtungen ab; er wußte aber nicht, daß er Sonnenflecken gesehen, so wenig als Flamstead am 23. Dec. 1690 oder Tobias Mayer am 25. Sept. 1756 den Uranus als Planeten erkannten, als er durch ihr Fernrohr ging. Harriot erkennt die Sonnenflecken erst den 1. Dec. 1611, also 5 Monate nachdem Fabricius die Entdeckung veröffentlicht hatte. Galilei bemerkt schon, daß die Sonnenflecken, „von denen viele größer als das mittelländische Meer, ja als Afrika und Asien sind," eine bestimmte Zone auf der Sonnenscheibe einnehmen. Er sieht bisweilen denselben Flecken wiederkehren; er ist überzeugt, daß sie zu dem Sonnenkörper selbst gehören. Die Unterschiede der Dimensionen im Centrum der Sonne und bei dem Verschwinden am Rande fesseln besonders seine Aufmerksamkeit; doch finde ich in dem merkwürdigen zweiten Briefe an Marcus Welser (vom 14. Aug. 1612) nichts, das sich auf eine beobachtende Ungleichheit des aschfarbenen Randes zu beiden Seiten des schwarzen Kernes am Sonnenrande (Alexander Wilson's schöne Bemerkung von 1773!) deuten ließe. Von dem Canonicus Tarde (1620) und von Malapertus (1633) wurden alle Verdunkelungen der Sonne kleinen um dieselbe circulirenden lichtraubenden Weltkörpern zugeschrieben, den bourbonischen und österreichischen†) Gestirnen (Borbonia und Austriaca Sidera). Fabricius erkannte, wie Galilei, daß die Flecken dem Sonnenkörper‡) selbst angehören; auch er sah früher gesehene verschwinden und dann wiederkehren; solche Erscheinungen lehrten ihn die Rotation der Sonne, die Kepler schon vor Entdeckung der Sonnenflecken geahndet hat. Die genauesten Bestimmungen (1630) der Rotationsdauer sind aber von dem fleißigen Scheiner. Wenn in der neuesten Zeit das stärkste Licht, welches die Menschen bisher hervorgebracht, das Drummond'sche Erglühen des Kalkes, auf die Sonnenscheibe projicirt, tintenartig schwarz erschienen ist; so darf es nicht Wunder nehmen, daß Galilei, der zweifelsohne die großen Sonnenfackeln zuerst beschrieben hat, das Licht des Kernes der Son-

*) Arago im Annuaire für 1842 p. 460–476 (Découvertes des taches Solaires et de la rotation du Soleil). Brewster (Martyrs of Science p. 36 und 39) setzt die erste Beobachtung Galilei's in den Oct. oder Nov. 1610. Vergl. Nelli Vita Vol. I. p. 324–384; Galilei, Opere T. I. p. LIX, T. II. p. 85–200, T. IV, p. 53. Ueber Harriot's Beobachtungen s. Rigaud p. 32 und 38. Dem Jesuiten Scheiner, der von Gratz nach Rom berufen wurde, hat man Schuld gegeben, daß er, um sich wegen des literarischen Streits über die Entdeckung der Sonnenflecken an Galilei zu rächen, dem Papst Urban VIII. durch einen anderen Jesuiten, Grassi, habe einflüstern lassen, er, der Papst, sei in den berühmten Dialoghi delle Scienze Nuove in der Person des albern unwissenden Simplicio aufgeführt. (Nelli, Vol. II. p. 515.)

†) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 690.

‡) In Galilei's Briefe an den Principe Cesi (25. Mai 1612) ist dieselbe Meinung ausgedrückt; Venturi P. I. p. 172.

nenflecken für intensiver hielt als das des Vollmondes oder der Luft nahe um die Sonnenscheibe*). Phantasien über die mehrfachen Luft-, Wolken- und Lichthüllen, welche den (schwarzen) erdhaften Kern der Sonne umgeben, finden sich schon in den Schriften des Cardinals Nicolaus Cusa aus der Mitte des 15ten Jahrhunderts†).

Um den Cyclus der bewundernswürdigen Entdeckungen zu schließen, welcher kaum zwei Jahre umfaßt und in welchem des großen, unsterblichen Florentiners Name vorleuchtet, muß ich noch der Lichtgestalten der Venus erwähnen. Schon im Februar 1610 sah Galilei den Planeten sichelförmig, und verbarg (11. Dec. 1610), nach einer Sitte, deren wir bereits oben erwähnt, die wichtige Entdeckung in ein Anagramm, dessen Kepler in der Vorrede zu seiner Dioptrik gedenkt. Auch von der wechselnden Lichtgestalt des Mars glaubt er etwas trotz der schwachen Vergrößerung seiner Fernröhre zu erkennen, wie er in einem Briefe an Benedetto Castelli (30. Dec. 1610) sagt. Die Entdeckung der mondartigen Sichelgestalt der Venus war der Triumph des copernicanischen Systems. Dem Urheber dieses Systems konnte gewiß die Nothwendigkeit der Existenz der Phasen nicht entgehen; er discutirt umständlich in dem 10ten Capitel des ersten Buches die Zweifel, welche in Hinsicht der Lichtgestalten die neueren Anhänger platonischer Meinungen gegen den ptolemäischen Weltbau erheben. Bei der Entwickelung seines eigenen Systems spricht er sich aber nicht besonders über Phasen der Venus aus, wie Thomas Smith es in seiner Optik behauptet.

Die Erweiterung des kosmischen Wissens, deren Schilderung leider! nicht ganz von dem unheimlichen Hader über Prioritätsrecht der Entdeckungen zu trennen ist, fanden, wie alles, was die physische Astronomie berührt, einen um so allgemeineren Anklang, als die Erfindung der Fernröhre (1608) in eine Zeit fiel, in welcher, 36, 8 und 4 Jahre zuvor, große Himmelsbegebenheiten (das plötzliche Erscheinen und Verlöschen dreier neuer Sterne, in der Cassiopea 1572, im Schwan 1600 und am Fuß des Ophiuchus 1604) das Zusammenlaufen von erstaunten Volksmassen erregt hatten. Alle diese Sterne waren heller als Sterne erster Größe, und der von Kepler beobachtete im Schwan blieb 21 Jahre leuchtend am Himmelsgewölbe, die ganze Periode der Galilei'schen Entdeckungen hindurch. Drei und ein halbes Jahrhundert sind nun fast verflossen, und kein neuer Stern erster oder zweiter Größe ist seitdem erschienen; denn die merkwürdige Himmelsbegebenheit, deren Zeuge Sir John Herschel (1837) in der südlichen Halbkugel‡) war, ist die übergroße Zunahme der Licht-Intensität eines längst gesehenen Sternes zweiter Größe (η Argo), den man bisher nicht als veränderlich gekannt. Wie mächtig das Erscheinen neuer Sterne zwischen 1572 und 1604 die Neugierde gefesselt, den Antheil an astronomischen Entdeckungen vermehrt, ja zu phantasiereichen Combinationen angeregt hat: lehren Kepler's Schriften, lehrt alles, was wir erfahren, wenn dem bloßen Auge sichtbare Cometen auftreten. Auch irdische Naturbegebenheiten, wie Erdbeben in Gegenden, wo dieselben sehr selten gespürt worden sind, Ausbrüche lang ruhender Vulkane, das Geräusch der Aërolithen, die unsere Atmosphäre durchstreichen und sich in derselben erhitzen: beleben auf eine gewisse Zeit von neuem das Interesse für Probleme, die dem Volke noch ungelöster als den dogmatisirenden Physikern erscheinen.

Wenn ich in diesen Betrachtungen über den Einfluß der unmittelbaren Sinnesanschauung Kepler vorzugsweise genannt habe, so war es, um daran zu erinnern, wie sich in diesem großen, herrlich begabten und wunderbaren Manne jener Hang zu phantasiereichen Combinationen mit einem ausgezeichneten Beobachtungstalente und einer ernsten, strengen Inductionsmethode, mit einer muthigen, fast beispiellosen Beharrlichkeit im Rechnen, mit

---

*) S. geistreiche Betrachtungen Arago's über diesen Gegenstand im Annuaire pour l'an 1842 p. 481–488. (Der Versuche mit dem Drummond'schen auf die Sonnenscheibe projicirten Lichte erwähnt Sir John Herschel in der Astron. § 334.

†) Giordano Bruno und Nic. von Cusa verglichen von J. Clemens 1847 S. 101. — Ueber die Lichtgestalten der Venus s. Galilei, Opere T. II. p. 53 und Nelli, Vita Vol. I. p. 213–215.

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

einem mathematischen Tiefsinne vereinigt fand, der, in der Stereometria doliorum offenbart, auf Fermat und durch diesen auf die Erfindung der Rechnung des Unendlichen einen glücklichen Einfluß ausgeübt hat *). Ein solcher Geist †) war recht vorzugsweise vor allen dazu geeignet, durch den Reichthum und die Beweglichkeit seiner Ideen, ja durch die Wagnisse cosmologischer Ahndungen Leben um sich her zu verbreiten, die Bewegung zu vermehren, welche das siebzehnte Jahrhundert unaufhaltsam seinem erhabenen Ziele erweiterter Weltanschauung zuführte.

Die vielen dem Auge sichtbaren Cometen von 1577 an bis zu der Erscheinung des Halley'schen Cometen 1607 (acht an der Zahl) und das bereits oben erwähnte Erscheinen von drei neuen Sternen fast in derselben Periode regten zu Speculationen über die Entstehung dieser Weltkörper aus einem die Himmelsräume füllenden kosmischen Nebel und Weltdunste an. Kepler glaubte, wie Tycho, daß die neuen Sterne sich aus diesem Weltdunste zusammengeballt und daß sie sich in ihn wieder auflösen ‡). Auch die Cometen, denen er, vor der thatsächlichen Ergründung der elliptischen Bahn der Planeten, eine geradlinige, nicht in sich wiederkehrende und geschlossene Bahn zuschrieb, ließ er (1608) in seinem neuen und seltsamen Discurse über die Haarsterne „aus himmlischer Luft" entstehen. Er setzte sogar nach uralten Phantasien über die mutterlose Erzeugung hinzu: daß Cometen entstehen, „wie aus jeder Erde ein Kraut auch ohne Saamen wachse und wie aus dem Salzwasser Fische durch generatio spontanea erzeugt werden."

Glücklicher in anderen kosmischen Ahndungen, wagte Kepler folgende Sätze aufzustellen: alle Fixsterne sind Sonnen wie die unsrige, von Planetensystemen umgeben; unsere Sonne ist in eine Atmosphäre gehüllt, die sich als eine weiße Lichtkrone in den totalen Sonnenfinsternissen offenbart; unsere Sonne liegt in der großen Welteninsel so, daß sie das Centrum des zusammengedrängten Sternenringes der Milchstraße ||) bildet; sie selbst, deren Flecken damals noch nicht entdeckt waren, alle Planeten und alle Fixsterne haben eine Rotation um ihre Achsen; um Saturn (und um Mars) wird man Trabanten, wie die von Gililei um den Jupiter aufgefundenen, entdecken; in dem viel zu großen Abstand ¶) zwischen Mars und Jupiter, wo wir jetzt 7 Asteroiden kennen, (wie zwischen Venus und Merkur) bewegen sich, ihrer Kleinheit wegen dem bloßen Auge unsichtbare Planeten. Ahndungsvolle Aussprüche dieser Art, ein glückliches Errathen von dem, was großentheils später aufgefunden wurde, erregten ein allgemeines Interesse: während daß keiner von Kepler's Zeitgenossen, Galilei selbst nicht ausgenommen, der Entdeckung der drei Gesetze mit gerechtem Ruhme erwähnt, welche seit Newton und der Erscheinung der Gravitations-

---

*) Laplace sagt von Kepler's Theorie der Ausmessung der Fässer (Stereometria doliorum 1615), „welche wie die Sandrechnung des Archimedes über einen geringen Gegenstand erhabene Ideen entwickelt": Kepler présente dans cet ouvrage des vues sur l'infini, qui ont influé sur la révolution que la Géométrie a éprouvée à la fin du 17me siècle; et Fermat, que l'on doit regarder comme le véritable inventeur du calcul différentiel, a fondé sur elles sa belle méthode *de maximis et minimis*. (Précis de l'hist. de l'Astronomie 1821 p. 95.) Ueber den geometrischen Scharfsinn, welchen Kepler in den fünf Büchern seiner Weltharmonie offenbart, s. Chasles, Aperçu hist. des Méthodes en Géométrie 1837 p. 482–487.

†) Sir David Brewster sagt sehr schön in dem Account of Kepler's Method of investigating Truth: „The influence of imagination as an instrument of research has been much overlooked by those who have ventured to give laws to philosophy. This faculty is of greatest value in physical inquiries. If we use it as a guide and confide in its indications, it will infallibly deceive us; but if we employ it as an auxiliary, it will afford us the most invaluable aid." (Martyrs of Science p. 215.)

‡) Arago im Annuaire 1842 p. 434 (De la transformation des Nébuleuses et de la matière diffuse en étoiles). Vergl. Kosmos Buch I. S. 71 u. 76.

||) Vergl. die Ideen von Sir John Herschel über die Lage unseres Planetensystems im Kosmos Buch I. S. 75 Anm. ‡) u. ||); auch Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 p. 4.

¶) Apelt sagt (Epochen der Geschichte der Menschheit Bd. I. 1845 S. 223): „Das merkwürdige Gesetz der Abstände, das gewöhnlich den Namen von Bode (oder von Titius) führt, ist die Entdeckung Kepler's, der es zuerst durch vieljährigen anhaltenden Fleiß aus den Beobachtungen des Tycho de Brahe herausrechnete." S. Harmonices Mundi libri quinque cap. 3. Vergl. auch Cournot in seinen Zusätzen zu Sir John Herschel, Traité d'Astronomie 1834 § 434 p. 324 und Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1813 S. 325 (Gesetz der Abstände in den Nebenplaneten). Die Stellen des Plato, des Plinius, des Censorinus und des Achilles Tatius in den Prolegomenen zum Aratus sind sorgfältig gesammelt in Fries, Geschichte der Philosophie Bd. I. 1837 S. 146–150; in Martin, Études sur le Timée T. II. p. 38; in Brandis, Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 364.

Theorie Kepler's Namen auf ewig verherrlichen*). Kosmische Betrachtungen, selbst die welche nicht auf Beobachtungen, sondern auf schwache Analogien gegründet sind, fesselten damals, wie oft noch jetzt, die Aufmerksamkeit mehr als die wichtigsten Ergebnisse der rech nenden Astronomie.

Nachdem ich die wichtigen Entdeckungen geschildert, die in einem so kleinen Cyclus von Jahren die Kenntniß der Welträume erweitert haben, muß ich noch der Fortschritte in der physischen Astronomie gedenken, durch welche sich die zweite Hälfte des großen Jahrhunderts auszeichnet. Die Vervollkommnung der Fernröhre veranlaßte die Auffindung der Saturnstrabanten. Huygens entdeckte zuerst (25. März 1655) den sechsten durch ein von ihm selbst geschliffenes Objectiv, 45 Jahre nach der Entdeckung der Jupiterstrabanten. Nach dem Vorurtheil, welches er mit mehreren Astronomen seiner Zeit theilte, daß die Zahl der Nebenplaneten die der Hauptplaneten nicht übertreffen könne†), bemühte er sich nicht, andere Saturnsmonde zu entdecken. Vier derselben, Sidera Lodovicea, d. i. den 7ten äußersten, mit großer Lichtabwechselung (1671), den 5ten (1672), den 4ten und 3ten durch Campani'sche Objective von 100—136 Fuß Focallänge (1684), fand Dominicus Cassini; die zwei innersten, den 1sten und 2ten, mehr als ein Jahrhundert später (1788 und 1789) durch sein Riesenteleskop Wilhelm Herschel. Der letztgenannte Saturnmond bietet die merkwürdige Erscheinung eines Umlaufs um den Hauptplaneten von weniger als einem Tage dar.

Bald nach Huygens Entdeckung eines Saturnstrabanten beobachtete Childrey (1658—1661) das Thierkreislicht, dessen räumliche Verhältnisse aber erst Dominicus Cassini (1683) bestimmt hat. Der letztere hielt dasselbe nicht für einen Theil der Sonnen-Atmosphäre, sondern wie Schubert, Laplace und Poisson für einen abgesondert kreisenden Nebelring‡). Nächst der erwiesenen Existenz von Nebenplaneten und von dem freien und dazu concentrisch getheilten Saturnsringe gehört unstreitig die muthmaßliche, wahrscheinliche Existenz des dunstartigen Thierkreisringes zu den großartigsten Erweiterungen der Ansicht des früher so einfach scheinenden Planetensystems. In unseren Tagen haben die in einander geschlungenen Bahnen der kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter, die inneren Cometen, deren ersten Encke als solchen erwiesen, und die an bestimmte Tage geknüpften Sternschnuppenschwärme (wenn man sie anders als kleine mit planetarischer Geschwindigkeit sich bewegende kosmische Massen betrachten darf) jene Weltansichten wie mit neuen Objecten der Betrachtung in wundersamer Mannigfaltigkeit bereichert.

Auch die Ideen über den Inhalt der Welträume jenseits des äußersten Planetenkreises und jenseits aller Cometenbahnen, über die Vertheilung der Materie (des Geschaffenen, wie man das Seiende und Werdende zu nennen pflegt) wurden in dem Zeitalter von Kepler und Galilei großartig erweitert. In derselben Periode, in welcher (1572—1604) drei neue Sterne erster Größe in der Cassiopea, im Schwan und im Schlangenträger aufloderten, bemerkten David Fabricius, Pfarrer zu Ostell in Ostfriesland (Vater des Entdeckers der Sonnenflecken), (1596) und Johann Bayer zu Augsburg (1603) am Halse des Wallfisches einen wieder verschwindenden Stern, dessen veränderlichen Lichtwechsel aber, wie Arago in einer für die Geschichte astronomischer Entdeckungen wichtigen Abhandlung ||) gezeigt hat, erst Johann Phocylides Holwarda, Pro-

*) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. I. p. 360.

†) Arago im Annuaire für 1842 p. 560–564 (Kosmos Buch I. S. 46).

‡) Vergl. Kosmos Buch I. S. 67, 71, 70 Anm. †).

||) Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 312–353 (Étoiles changeantes ou périodiques). Noch im 17ten Jahrhundert wurden als veränderlich erkannt außer Mira Ceti (Holwarda 1638), α Hydrae (Montanari 1672), β Persei oder Algol, und χ Cygni (Kirch 1686). — Ueber das, was Galilei Nebelflecke nennt, s. dessen Opere T. II. p. 15 und Nelli, Vita Vol. II. p. 208. Huygens bezeichnet im Systema Saturninum den Nebel im Schwerdt des Orion auf das deutlichste, indem er im allgemeinen von den Nebelflecken sagt: „cui certo simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam ceterae nebulosae olim existimatae atque ipsa via lac-

fessor in Franeker, (1638 und 1639) erkannt hat. Das Phänomen zeigte sich nicht isolirt. Noch in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts wurden periodisch veränderliche Sterne im Medusenhaupte, in der Wasserschlange und im Schwane entdeckt. Wie genaue Beobachtungen des Lichtwechsels des Algol unmittelbar zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichts dieses Sternes führen können, ist in der eben angeführten Abhandlung von 1842 mit vielem Scharfsinn gezeigt worden.

Der Gebrauch des Fernrohrs reizte nun auch zu der ernsteren Beobachtung einer Classe von Erscheinungen, von denen einige wenige auch dem unbewaffneten Auge nicht entgehen konnten. Simon Marius beschrieb (1612) den Nebelfleck der Andromeda, Huygens entwarf (1656) das Bild von dem am Schwert des Orion. Beide Nebel konnten als Typen dienen von einer verschiedenartig, mehr oder weniger fortgeschrittenen, Verdichtung der dunstförmigen kosmischen Materie. Indem Marius den Nebelfleck der Andromeda mit „einem Kerzenlichte" vergleicht, „das man durch einen halb durchsichtigen Körper betrachtet," bezeichnet er durch Vergleichung sehr passend den Unterschied zwischen den Nebelflecken überhaupt und den von Galilei untersuchten Sternhaufen und Sternschwärmen, den Plejaden und der Krippe im Krebse. Schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts hatten spanische und portugiesische Seefahrer, ohne den Vortheil des telescopischen Sehens, die beiden Magellanischen um den Südpol kreisenden Lichtwolken bewundert, deren eine, wie schon oben bemerkt, der weiße Fleck oder Ochse des persischen Astronomen Abdurrahman Sufi (aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts) ist. Galilei gebraucht im Nuncius Sidereus die Benennungen Stellae nebulosae und Nebulosae eigentlich für Sternschwärme, die (wie er sich ausdrückt) als areolae sparsim per aethera subfulgent. Da er den, dem bloßen Auge sichtbaren, aber für die stärksten Vergrößerungen bisher sternlosen Nebelfleck der Andromeda keiner besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat, so hält er allen Schein des Nebels, alle seine Nebulosae, wie die Milchstraße selbst, für Lichtmassen sehr zusammengedrängter Sterne. Er unterscheidet nicht Nebel und Stern, wie Huygens im Nebelfleck des Orion thut. Das sind die schwachen Anfänge der großen Arbeiten über die Nebelflecke, welche die ersten Astronomen unserer Zeit in beiden Hemisphären rühmlichst beschäftigt haben.

Wenn auch das siebzehnte Jahrhundert in seinem Anfang der plötzlichen Erweiterung der Kenntniß der Himmelsräume durch Galilei und Kepler, an seinem Ende den Fortschritten des reinen mathematischen Wissens durch Newton und Leibnitz seinen Hauptglanz verdankt, so hat doch zugleich auch der größte Theil der physikalischen Probleme, welche uns gegenwärtig beschäftigen, in jenem Jahrhundert eine wohlthätige und befruchtende Pflege erfahren. Um der Geschichte der Weltanschauung nichts von ihrem eigenthümlichen Charakter zu rauben, beschränke ich mich, nur die Arbeiten zu erwähnen, welche unmittelbar einen wesentlichen Einfluß auf allgemeine, d. h. kosmische Naturansichten ausgeübt haben. Für die Processe des Lichts, der Wärme und des Magnetismus nennen wir zuerst Huygens, Galilei und Gilbert. Als Huygens mit der doppelten Brechung des Lichts im isländischen Krystall, d. h. mit der Zerspaltung in zwei Lichtstrahlen, beschäftigt war, entdeckte er (1678) auch die Art der Polarisation des Lichtes, welche seinen Namen führt. Der Entdeckung dieser vereinzelten Erscheinung, welche erst 1690, also fünf Jahre vor seinem Tode, veröffentlicht wurde, sind die großen Entdeckungen von Malus, Arago und Fresnel, von Brewster*) und Biot erst nach mehr als einem Jahrhunderte gefolgt! Malus fand (1808) die Polarisation durch Zurückwerfung

tea perspicillis inspectae *nullas nebulas* habere comperiuntur, *neque aliud esse* quam plurium stellarum congeries et frequentia." Es geht aus dieser Stelle hervor, daß der von Marius zuerst beschriebene Nebel in der Andromida von Huygens (wie früher von Galilei) nicht aufmerksam betrachtet worden war.

*) Ueber das von Brewster aufgefundene wichtige Gesetz des Zusammenhanges zwischen dem Winkel der vollständigen Polarisation und dem Brechungsvermögen der Körper s. Philosophical Transactions of the Royal Society for the year 1815 p. 125–159.

von spiegelnden Flächen, Arago (1811) die farbige Polarisation. Eine Wunderwelt mannigfach modificirter, mit neuen Eigenschaften begabter Lichtwellen ward nun eröffnet. Ein Lichtstrahl, der viele Millionen Meilen weit aus den fernsten Himmelsräumen zu unserem Auge gelangt, verkündigt in Arago's Polariscop gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob er von einem festen, oder tropfbar flüssigen, oder gasförmigen Körper emanirt*); er verkündigt sogar den Grad seiner Intensität. Auf diesem Wege, der uns zu dem siebzehnten Jahrhundert durch Huygens zurückführt, werden wir über die Constitution des Sonnenkörpers und seiner Hüllen, über das reflectirte oder eigene Licht der Cometenschweife und des Thierkreislichtes, über die optischen Eigenschaften unserer Atmosphäre und die Lage von vier neutralen Punkten der Polarisation†) unterrichtet, welche Arago, Babinet und Brewster entdeckt haben. So schafft sich der Mensch Organe, die, mit Scharfsinn angewandt, neue Weltansichten eröffnen.

Neben der Polarisation des Lichtes ist noch der auffallendsten aller optischen Erscheinungen, der Interferenz, zu erwähnen, von welcher ebenfalls im 17ten Jahrhundert schon schwache Spuren ohne Verständniß der ursächlichen Bedingungen‡) von Grimaldi (1665) und Hooke beobachtet worden waren. Die Auffindung dieser Bedingungen, die klare Erkenntniß der Gesetze, nach denen (unpolarisirte) Lichtstrahlen sich zerstören und Finsterniß hervorbringen, wenn sie aus einer und derselben Quelle mit verschiedener Länge des Weges kommen, verdankt die neuere Zeit dem glücklichen Scharfblicke von Thomas Young. Die Gesetze der Interferenz des polarisirten Lichtes haben Arago und Fresnel (1816) entdeckt. Die von Huygens und Hooke angeregte, von Leonhard Euler vertheidigte Undulations-Theorie fand endlich festen und sicheren Grund.

War die letzte Hälfte des 17ten Jahrhunderts durch die erlangte Einsicht in die Natur der doppelten Strahlenbrechung für die Erweiterung des optischen Wissens wichtig geworden, so hat sie einen weit höheren Glanz noch durch Newton's Experimental-Arbeiten und durch Claus Römer's Entdeckung (1675) der meßbaren Geschwindigkeit des Lichts gewonnen. Ein halbes Jahrhundert später (1728) hat diese Entdeckung Bradley in den Stand gesetzt, die von ihm aufgefundene Veränderung des scheinbaren Orts der Sterne als eine Folge der Bewegung der Erde in ihrer Bahn verbunden mit der Fortpflanzung des Lichts zu betrachten. Newton's herrliches Werk, seine Optik, erschien (1704) aus persönlichen Gründen erst zwei Jahre nach Hooke's Tode, in englischer Sprache; es wird aber versichert, daß der große Mann schon vor den Jahren 1666 und 1667 im Besitz ||) des Hauptsächlichsten seiner optischen Anschauungen, seiner Gravitations-Theorie und der Differential-Rechnung (method of fluxions) gewesen sei.

Um das gemeinsame Band nicht aufzulösen, welches die allgemeinen primitiven Erscheinungen der Materie umschlingt, lassen wir hier auf die aphoristische Erwähnung

---

*) S. Kosmos Buch I. S. 22 u. Anm.

†) Sir David Brewster in Berghaus und Johnson, Physical Atlas 1847 Part VII. p. 5 (Polarization of the Atmosphere).

‡) Ueber Grimaldi und über Hooke's Versuch, das Polarisiren der Seifenblasen durch Interferenz der Lichtstrahlen zu erklären s. Arago im Annuaire pour 1831 p. 164 (Brewster, Life of Newton p. 53).

||) Brewster, The Life of Sir Isaac Newton p. 17. Für die Erfindung des method of fluxions, nach der officiellen Erklärung des Comité der königlichen Societät zu London vom 24. April 1712 „one and the same with the differential method, excepting the name and mode of notation," wird das Jahr 1665 angenommen. Ueber den ganzen unheimlichen Prioritätsstreit mit Leibnitz, welchem (wundersam genug) sogar Anschuldigungen gegen Newton's Rechtgläubigkeit eingemischt waren, s. Brewster p. 189–218. — Daß in dem weißen Lichte alle Farben enthalten sind, behaupteten schon de la Chambre in seinem Werke: La Lumiere (Paris 1657) und Isaac Vossius, welcher später Canonicus in Windsor wurde, in einer merkwürdigen Schrift, deren Mittheilung ich vor zwei Jahren in Paris Herrn Arago verdankte: de Lucis natura et proprietate (Amstelod. 1662). Von dieser Schrift handeln Brandes in der neuen Bearbeitung von Gehler's physikalischem Wörterbuch Bd. IV. (1827) S. 43 und sehr umständlich Wilde in seiner Gesch. der Optik Th. I. (1838) S. 223, 228 und 317. Als Grundstoff aller Farbe betrachtet aber Isaac Vossius den Schwefel, welcher nach ihm allen Körpern beigemischt ist (cap. 25 p. 60). — In Vossii Responsum ad objecta Joh. de Bruyn, Professoris Trajectini, et Petri Petiti 1663 heißt es pag. 69: Nec lumen ullum est absque calore, nec calor ullus absque lumine. Lux, sonus, anima (!), odor, vis magnetica, quamvis incorporea, sunt tamen aliquid. (De lucis nat. cap. 13 p. 29.)

der optischen Entdeckungen von Huygens, Grimaldi und Newton die Betrachtungen über Erdmagnetismus und Wärme des Luftkreises folgen, in so fern beide Lehren im Laufe des Jahrhunderts begründet worden sind, dessen Schilderung wir hier unternommen haben. Das geistreichste und wichtigste Werk über die magnetischen und electrischen Kräfte, William Gilbert's Physiologia nova de Magnete, erschien in dem Jahre 1600. Ich habe Gelegenheit gehabt desselben schon mehrmals zu gedenken *). Der von Galilei wegen seines Scharfsinnes so bewunderte Mann †) ahndet vieles von dem, was wir jetzt wissen. Er hält Magnetismus nnd Electricität für zwei Emanationen der einigen aller Materie inwohnenden Grundkraft. Er behandelt daher beide zugleich. Solche dunkle auf Analogien gegründete Ahndungen über die Wirkung des heracleischen Magnetsteins auf das Eisen und die Ziehkraft des, wie Plinius sagt, durch Wärme und Reibung beseelten Amber gegen dürre Spreu gehören allen Zeiten, ja allen Volksstämmen der ionischen Naturphilosophie wie den chinesischen ‡) Physikern an. Dem William Gilbert ist die Erde selbst ein Magnet, und die Curven gleicher Abweichung und Neigung hangen in ihren Inflexionen von der Massenvertheilung oder Gestaltung der Continente, von der Form und Ausdehnung der tiefen dazwischen liegenden oceanischen Becken ab. Die periodische Veränderlichkeit, welche die drei Hauptformen der magnetischen Erscheinungen (die isoklinischen, isogonischen und isodynamischen) charakterisirt, ist mit diesem starren System der Kraft- und Massenvertheilung schwer zu vereinigen, wenn man sich nicht die Ziehkraft der materiellen Theile durch ebenfalls periodische Temperatur-Veränderungen im Innern des Erdkörpers modificirt vorstellt.

In Gilbert's Theorie wird bloß, wie bei der Gravitation, die Quantität der materiellen Theile geschätzt, ohne auf die specifische Heterogeneität der Stoffe zu achten. Dieser Umstand hat seinem Werke, zu Galilei's und Kepler's Zeit, einen Charakter kosmischer Größe gegeben. Durch die unerwartete Entdeckung des Rotations-Magnetismus von Arago (1825) ist factisch bewiesen worden, daß alle Arten der Materie des Magnetismus fähig sind; die neuesten Arbeiten von Faraday über die diamagnetischen Substanzen bestätigen, unter besonderen Bedingnissen der Meridian- oder Aequatorial-Richtung, des festen, flüssigen oder gasförmig-unwirksamen Zustandes der Körper, jenes wichtige Resultat. Gilbert hatte einen so klaren Begriff von der Mittheilung der tellurischen Magnetkraft, daß er bereits den magnetischen Zustand von Eisenstangen am Kreuz alter Kirchthürme ||) dieser Einwirkung der Erde zuschrieb.

Die zunehmende Thätigkeit der Schifffahrt bis zu den höchsten Breiten und die Vervollkommnung der magnetischen Instrumente, denen sich schon seit 1576 die von Robert Norman aus Ratcliffe construirte Neigungsnadel (das Inclinatorium) beigesellt hatte, verallgemeinerten erst im Lauf des 17ten Jahrhunderts die Kenntniß von dem periodischen Fortschreiten eines Theils der magnetischen Curven, der Linien ohne Abweichung. Die Lage des magnetischen Aequators, den man lange mit dem geographischen identisch glaubte, blieb ununtersucht. Inclinations-Beobachtungen wurden nur in einigen Hauptstädten des westlichen und südlichen Europa angestellt, und die ebenfalls in Raum und Zeit veränderliche Intensität der magnetischen Erdkraft ist zwar von Graham zu London (1723) durch die Oscillationen einer Magnetnadel zu messen ver-

*) Kosmos Buch I. S. 90 Anm. †) u. 91 Anm. *) Buch II. S. 340 Anm. *).

†) Um so ungerechter gegen Gilbert war Bacon von Verulam, dessen allgemeine, im ganzen freie und methodische Ansichten von einem leider! selbst für seine Zeit recht geringen Wissen in Mathematik und Physik begleitet waren. „Bacon showed his inferior aptitude for physical research in rejecting the Copernican doctrine, which William Gilbert adopted." Whewell, Philos. of the inductive Sciences Vol. II. p. 378.

‡) Kosmos Buch I. S. 95 Anm. †).

||) Die ersten Beobachtungen der Art waren (1590) an dem Thurm der Augustiner-Kirche zu Mantua angestellt. Grimaldi und Gassendi kannten ähnliche Beispiele, immer in geographischen Breitengraden, wo die Inclination der Magnetnadel sehr beträchtlich ist. — Ueber die ersten Messungen der magnetischen Intensität durch die Oscillation einer Nadel vergl. meine Relation hist. T. I. p. 260–264 und Kosmos Buch I. S. 96 Anm. †) und 97 Anm. *).

sucht worden, aber nach dem resultatlosen Unternehmen von Borda auf seiner letzten Reise nach den canarischen Inseln (1776) ist es erst Lamanon (1785) in La Pérouse's Expedition geglückt, die Intensität in verschiedenen Erdzonen mit einander zu vergleichen.

Auf eine große Masse schon vorhandener Declinations-Beobachtungen von sehr ungleichem Werthe (Beobachtungen von Baffin, Hudson, James Hall und Schouten) gestützt, entwarf Edmund Halley 1683 seine Theorie von vier magnetischen Polen oder Convergenzpunkten und von der periodischen Bewegung der magnetischen Linie ohne Abweichung. Um diese Theorie zu prüfen und mit Hülfe neuer und genauerer Beobachtungen zu vervollkommnen, ließ die englische Regierung ihn drei Reisen (1698—1702) in dem atlantischen Ocean auf einem Schiffe machen, das er selbst befehligte. Er gelangte auf einer dieser Seefahrten bis zu 52° südlicher Breite. Dies Unternehmen hat Epoche in der Geschichte des tellurischen Magnetismus gemacht. Eine allgemeine Variations-Carte, in der die Punkte, an welchen die Seefahrer die Abweichung von gleicher Größe gefunden hatten, durch krumme Linien verbunden sind, war die Frucht derselben. Nie vorher, glaube ich, hatte ein Gouvernement eine See-Expedition zu einem Zwecke angeordnet, von dessen Erreichung die praktische Nautik sich zwar viel versprechen durfte, der aber doch recht eigentlich ein wissenschaftlicher, physiko-mathematischer genannt zu werden verdiente.

Da von einem aufmerksamen Forscher keine Erscheinung isolirt ergründet werden kann, ohne in ihrem Verhältniß zu einer andern betrachtet zu werden, so wagte auch schon Halley, von seinen Reisen zurückgekehrt, die Vermuthung, daß das Nordlicht eine magnetische Erscheinung sei. Ich habe in dem allgemeinen Naturgemälde bemerkt, daß Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetische Kräfte) jene 1714 ausgesprochene Hypothese zu einer empirischen Gewißheit erhoben hat.

Sollen aber die Gesetze des Erdmagnetismus gründlich, d. h. in dem großen Cyclus des periodischen räumlichen Fortschreitens aller drei Arten von magnetischen Curven, erforscht werden, so ist es nicht genug, den täglichen regelmäßigen oder gestörten Gang der Nadel in den magnetischen Stationen zu beobachten, die seit 1828 angefangen haben, einen beträchtlichen Theil der Erdoberfläche in nördlichen und südlichen Breiten zu bedecken *); es müßte auch viermal in jedem Jahrhundert eine Expedition von drei Schiffen ausgesandt werden, welche möglichst gleichzeitig den Zustand des Magnetismus der Erde, so weit er sich auf ihrer mit Wasser bedeckten Oberfläche für uns meßbar offenbart, zu untersuchen hätten. Der magnetische Aequator, d. h. die Curve, auf welcher die Neigung null ist, müßte nicht bloß aus der geographischen Ortslänge ihrer Knoten (der Intersection mit dem geographischen Aequator) geschlossen werden; sondern, den Curs des Schiffes nach den Inclinations-Angaben perpetuirlich abändernd, müßte man den dermaligen magnetischen Aequator nie verlassen. Land-Expeditionen wären mit diesem Unternehmen zu verbinden, um da, wo eine Ländermasse nicht ganz durchstrichen werden kann, genau zu bestimmen, an welchen Punkten des Littorals die magnetischen Curven (besonders die Linien ohne Abweichung) eintreten. Eine vorzügliche Aufmerksamkeit möchten in ihrer Bewegung und allmäligen Auflösung zwei isolirte geschlossene Systeme von eiförmiger Gestaltung mit fast concentrischen Abweichungs-Curven, im östlichen Asien und in der Südsee im Meridian der Marquesas-Inselgruppe †), verdienen. Seitdem die ruhmvolle antarctische Expedition von Sir James Clark Roß (1839—1843), mit vortrefflichen Instrumenten ausgerüstet, ein großes Licht über die südliche Erdhälfte bis zum Polar-Abstand verbreitet und empirisch den magnetischen Südpol bestimmt hat; seitdem es dem großen Mathematiker unseres Zeitalters, meinem verehrten Freunde Friedrich Gauß, gelungen ist, die erste allgemeine Theorie des Erdmagnetismus aufzustellen: darf man, bei so vielfachem Bedürfniß der Wissenschaft und der Schifffahrt, die Hoffnung nicht

---

*) *Kosmos* Buch I. S. 98 Anm. †).

†) A. a. O. Bd. I. S. 93.

aufgeben, daß dieser so oft schon von mir angeregte Plan dereinst ausgeführt werde. Möge das Jahr 1850 als die erste normale Epoche bezeichnet werden können, in der die Materialien zu einer magnetischen Weltkarte gesammelt werden sollen; mögen permanente wissenschaftliche Institute (Akademien) es sich zum Gesetz machen, von 25 zu 25 Jahren ein die Fortschritte der Nautik begünstigendes Gouvernement an die Wichtigkeit des Unternehmens zu erinnern, dessen großer kosmischer Werth an eine lange Wiederholung geknüpft ist!

Die Erfindung wärmemessender Instrumente (Galilei's Thermoscope*) von 1593 und 1602 waren gleichzeitig von den Veränderungen der Temperatur und des äußeren Luftdruckes abhängig) regte zuerst den Gedanken an, durch eine Reihe zusammenhangender Beobachtungen, der Zeitfolge nach, die Modificationen des Luftkreises zu ergründen. Wir erfahren aus dem Diario der Academia del Cimento, welche in der kurzen Dauer ihrer Wirksamkeit einen so glücklichen Einfluß auf die Liebe zu planmäßigem Experimentiren ausgeübt hat, daß mit Alkohol-Thermometern, den unsrigen ähnlich, in vielen Stationen zu Florenz im Kloster degli Angeli, in den Ebenen der Lombardei und den Gebirgen um Pistoja, ja in der Hochebene von Innsbruck, bereits seit 1641, fünfmal täglich Temperatur-Beobachtungen angestellt wurden †). Der Großherzog Ferdinand II. beauftragte mit dieser Arbeit die Mönche mehrerer Klöster in seinen Staaten ‡). Auch die Temperatur der Mineralquellen wurde damals bestimmt: was zu vielen Fragen über die Erd-Temperatur Veranlassung gab. Da alle Naturerscheinungen, alle Veränderungen der irdischen Materie mit Modificationen der Wärme, des Lichtes und der Electricität, der ruhenden oder der in Strömen bewegten, zusammenhangen, zugleich die Phänomene der Wärme, auf Ausdehnung wirkend, der sinnlichen Wahrnehmung am zugänglichsten sind; so mußte, wie ich schon an einem anderen Orte erinnert habe, die Erfindung und Vervollkommnung von Wärmemessern eine große Epoche unter den Fortschritten des allgemeinen Naturwissens bezeichnen. Das Gebiet der Anwendung des Thermometers und der rationellen Folgerungen, die aus seinen Anzeigen gezogen werden können, ist so unermeßlich als das Gebiet der Naturkräfte selbst, welche in dem Luftmeer, auf der Feste oder in den über einander gelagerten Schichten des Oceans, in den unorganischen Stoffen wie in den chemischen Lebensprocessen der organischen walten.

Auch die Wirkungen der strahlenden Wärme sind mehr als ein Jahrhundert vor Scheele's großen Arbeiten, von den florentiner Mitgliedern der Academia del Cimento, durch merkwürdige Versuche mit Hohlspiegeln, gegen welche nicht leuchtende erhitzte Körper und Eismassen bis zu 500 Pfund Gewicht wirklich und scheinbar strahlten, ergründet worden ||). Mariotte am Ende des 17ten Jahrhunderts untersuchte die Verhältnisse der strahlenden Wärme bei ihrem Durchgange durch Glastafeln. Es mußte dieser vereinzelten Experimente hier gedacht werden, da in späterer Zeit die Lehre von der Wärmestrahlung ein großes Licht über Erkaltung des Bodens, die Entstehung des Thaues und viele allgemeine klimatische Modificationen verbreitet, ja durch Melloni's bewundernswürdigen Scharfsinn zu der contrastirenden Diathermanie des Steinsalzes und Alauns geführt hat.

---

*) Ueber die ältesten Thermometer s. Nelli, Vita e commercio letterario di Galilei (Losanna 1793) Vol. I. p. 68–94; Opere di Galilei (Padova 1744) T. I. p. LV; Libri, Histoire des Sciences mathématiques en Italie T. IV. (1841) p. 185–197. Als Zeugnisse für die ersten vergleichenden Temperatur-Beobachtungen können gelten die Briefe von Gianfrancesco Sagredo und Benedetto Castelli von 1613, 1615 und 1633 in Venturi, Memorie e Lettere inedite di Galilei P. I. 1818 p. 20.

†) Vincenzio Antinori in den Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento 1841 p. 30–44.

‡) S. über Bestimmung der Scale des Thermometers der Academia del Cimento und über die 16 Jahre lang von einem Schüler des Galilei, dem Pater Reineri, fortgesetzten meteorologischen Beobachtungen Libri in den Annales de Chimie et de Physique T. XLV. 1830 p. 354, und eine spätere ähnliche Arbeit von Schouw in seinem Tableau du Climat et de la Végétation de l'Italie 1839 p. 99–106.

||) Antinori, Saggi dell' Accad. del Cim. 1841 p. 114 und in den Aggiunte am Ende des Buchs p. LXXVI.

schienene Physiologie vom Magnete und von dem Erdkörper als einem großen Magnet (de magno magnete tellure). „Die Fähigkeit," sagt Gilbert, „gerieben, leichte Stoffe, welcher Natur sie auch seien, anzuziehen ist nicht dem Bernstein allein eigen, der ein verdickter Erdsaft ist, welchen die Meereswogen aufwühlen und in dem fliegende Insecten, Ameisen und Gewürme wie in ewigen Gräbern (aeternis sepulchris) eingekerkert liegen. Die Ziehkraft gehört einer ganzen Classe von sehr verschiedenen Substanzen an: wie Glas, Schwefel, Siegellack und allen Harzen, dem Bergkrystall und allen Edelsteinen, dem Alaun und dem Steinsalze." Die Stärke der erregten Electricität mißt Gilbert an einer nicht eisernen kleinen Nadel, die sich auf einem Stifte frei bewegt (versorium electricum): ganz dem Apparate ähnlich, dessen sich Hauy und Brewster bei Prüfung der Electricität geriebener und erwärmter Mineralien bedienten. „Die Reibung," sagt Gilbert weiter, „bringt stärkere Wirkungen hervor bei trockner als bei feuchter Luft; das Reiben mit seidenen Tüchern ist am vortheilhaftesten befunden. Die Erdkugel wird wie durch eine electrische Kraft (?) zusammengehalten (Globus telluris per se electrice congregatur et cohaeret); denn das electrische Streben geht auf bindende Anhäufung aus (motus electricus est motus coacervationis materiae)." In diesen dunkeln Axiomen liegt ausgedrückt die Ansicht einer tellurischen Electricität, die Aeußerung einer Kraft, welche, wie der Magnetismus, der Materie als solcher angehört. Von Abstoßung, von Unterschied zwischen Isolatoren und Leitern ist noch keine Rede.

Mehr als bloße Anziehungs-Erscheinungen beobachtete zuerst der sinnige Erfinder der Luftpumpe, Otto von Guerike. In seinen Versuchen mit einem geriebenen Schwefelkuchen erkannte er Phänomene der Abstoßung und solche, die später auf die Gesetze der Wirkungskreise und Vertheilung der Electricität geleitet haben. Er hörte das erste Geräusch, sah das erste Licht in selbsthervorgerufener Electricität. In einem Versuche, welchen Newton 1675 anstellte, zeigten sich die ersten Spuren der electrischen Ladung an einer geriebenen Glasplatte*). Wir haben hier bloß nach den ersten Keimen des electrischen Wissens geforscht, das in seiner großen, sonderbar verspäteten Entwickelung nicht bloß einer der wichtigsten Theile der Meteorologie geworden ist, sondern auch, seitdem man gelernt, daß der Magnetismus eine der vielfachen Formen ist, unter denen die Electricität sich offenbart, so vieles von dem inneren Treiben der Erdkräfte aufgehellt hat.

Wenn gleich schon Wall (1708), Stephan Gray (1734) und Nollet die Identität der Reibungs-Electricität und des Blitzes vermutheten, so wurde die empirische Gewißheit doch erst um die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts durch die glücklichen Bestrebungen des edeln Benjamin Franklin erlangt. Von dem Zeitpunkte an trat der electrische Proceß aus dem Gebiet der speculativen Physik in das Gebiet kosmischer Naturanschauung, aus dem Studirzimmer in das Freie. Die Lehre von der Electricität hat, wie die Optik und wie der Magnetismus, lange Epochen überaus schwacher Entwickelung gehabt, bis in den eben genannten drei Disciplinen die Arbeiten von Franklin und Volta, Thomas Young und Malus, Oersted und Faraday die Zeitgenossen zu einer bewundernswürdigen Thätigkeit anregten. An solchen Wechsel von Schlummer und plötzlich erweckter Thätigkeit ist der Fortschritt des menschlichen Wissens geknüpft.

Sind aber auch, wie wir eben entwickelt, durch die Erfindung geeigneter, obgleich noch sehr unvollkommener, physikalischer Werkzeuge und durch den Scharfblick von Galilei, Torricelli und der Mitglieder der Academia del Cimento die Temperatur-Verhältnisse, der wechselnde Luftdruck und die Dunstmenge der Atmospäre ein Gegenstand unmittelbarer Forschung geworden; so ist dagegen alles, was die chemische Zusammensetzung des Luftkreises betrifft, in Dunkel gehüllt geblieben. Allerdings sind die Grundlagen der pneumatischen Chemie durch Johann Baptist van Helmont und Jean Rey in der ersten,

*) Brewster, Life of Newton p. 307.

durch Hooke, Mayow, Boyle und den dogmatisirenden Becher in der letzten Hälfte des 17ten Jahrhunderts gelegt worden; aber so auffallend auch die richtige Auffassung einzelner und wichtiger Erscheinungen ist, so fehlte doch die Einsicht in ihren Zusammenhang. Der alte Glaube an die elementarische Einfachheit der, auf Verbrennung, Oxydation der Metalle und das Athmen wirkenden Luft war ein schwer zu überwindendes Hinderniß.

Die entzündlichen und lichtverlöschenden Gasarten in Höhlen und Bergwerken (die spiritus letales des Plinius), das Entweichen dieser Gasarten in Form von Bläschen in Sümpfen und Mineralquellen, also Grubenwetter und Brunnengeister, hatten schon die Aufmerksamkeit des Erfurter Benedictiners Basilius Valentinus (wahrscheinlich aus dem Ende des 15ten Jahrhunderts) und des Libavius (1612), eines Bewunderers des Paracelsus, gefesselt. Man verglich, was man in alchymistischen Laboratorien zufällig bemerkte mit dem, was man in den großen Werkstätten der Natur, besonders im Inneren der Erde, bereitet sah. Bergbau auf erzführenden Lagerstätten, (vorzüglich auf schwefelkieshaltigen, die sich durch Oxydation und Contact-Electricität erwärmen) führte zu Ahndungen über den chemischen Verkehr zwischen Metall, Säure und zutretender äußerer Luft. Schon Paracelsus, dessen Schwärmereien in die Epoche der ersten Eroberung von Amerika fallen, bemerkte die Gas-Entwickelung während der Auflösung von Eisen in Schwefelsäure. Van Helmont, welcher sich zuerst des Wortes Gase bedient hat, unterscheidet dieselben von der athmosphärischen Luft, und wegen ihrer Nicht-Condensirbarkeit auch von den Dämpfen. Die Wolken sind ihm Dämpfe, sie werden zu Gas bei sehr heiterem Himmel „durch Kälte und den Einfluß der Gestirne." Gas kann nur zu Wasser werden, wenn es vorher wiederum in Dampf verwandelt ist. Das sind Ansichten über den meteorologischen Proceß aus der ersten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts. Van Helmont kennt noch nicht das einfache Mittel sein Gas sylvestre (unter diesem Namen begriff er alle unentzündbaren, die Flamme und das Athmen nicht unterhaltenden, von der reinen atmosphärischen Luft verschiedenen Gase) aufzufangen und abzusondern; doch ließ er ein Licht unter einem durch Wasser abgesperrten Gefäße brennen, und bemerkte, als die Flamme erlosch, das Eindringen des Wassers und die Abnahme des Luftvolums. Auch durch Gewichtsbestimmungen, die wir schon bei Cardanus finden, suchte van Helmont zu beweisen, daß sich alle feste Theile der Vegetabilien aus Wasser bilden.

Die mittelalterlichen alchymistischen Meinungen von der Zusammensetzung der Metalle, von ihrer glanzzerstörenden Verbrennung (Einäscherung, Vererdung und Verkalkung) unter Zutritt der Luft regten an zu erforschen, was diesen Proceß begleite, welcher Veränderung die sich verkalkenden oder vererdenden Metalle und die mit ihnen in Contact tretende Luft erleiden. Schon Cardanus hatte (1553) die Gewichtszunahme bei der Oxydation des Bleies wahrgenommen und sie, ganz im Sinne der Mythe von Phlogiston, einer entweichenden leichtmachenden „himmlischen Feuermaterie" zugeschrieben; aber erst achtzig Jahre später sprach Jean Rey, ein überaus geschickter Experimentator zu Bergerac, der mit größerer Genauigkeit die Gewichtszunahme der Metallkalke des Bleies, des Zinnes und des Antimons erforscht hatte, das wichtige Resultat aus, die Gewichtszunahme sei dem Zutritt der Luft an den Metallkalk zuzuschreiben. „Je responds et soustiens glorieusement, sagte er *), que ce surcroit de poids vient de l'air qui dans le vase a esté espessi."

*) Rey spricht eigentlich nur von dem Zutritt der Luft an die Oxyde; er erkennt nicht, daß die Oxyde selbst (die man damals vererdete Metalle nannte) eine bloße Verbindung von Metall und Luft sind. Die Luft macht nach ihm „den Metallkalk schwerer, wie Sand an Gewicht zunimmt, wenn sich Wasser daran hängt. Der Metallkalk ist dabei einer Sättigung mit Luft fähig. L'air espaissi s'attache à la chaux, ainsi le poids augmente du commencement jusqu'à la fin: mais quand tout en est affublé, elle n'en sçauroit prendre d'avantage. Ne continuez plus vostre calcination soubs cet espoir, vous perdriez vostre peine." Rey's Werk enthält demnach die erste Annäherung zu der besseren Erklärung einer Erscheinung, deren vollkommnes Verständniß später auf das ganze System der Chemie reformirend eingewirkt hat. S. Kopp, Geschichte der Chemie Th. III. S. 131–133. (Vergl. auch in derselben Th. I. S. 116–127 und Th. III. S. 119–138, wie S. 175–195.)

den herrlichen paläontologischen Arbeiten von Cuvier und Alexander Brongniart, welche der Geognosie der Sediment-Formationen eine neue Gestaltung gegeben haben *). Lister, aufmerksam auf die regelmäßige Reihenfolge der Schichten in England, fühlte zuerst das Bedürfniß geognostischer Carten. Wenn gleich diese Erscheinungen und ihr Zusammenhang mit alten Ueberfluthungen (einer einmaligen oder mehrfachen) das Interesse fesselten und, Glauben und Wissen mit einander vermengend, die sogenannten Systeme von Ray, Woodward, Burnet und Whiston in England erzeugten; so blieb doch, bei gänzlichem Mangel mineralogischer Unterscheidung in den Bestandtheilen zusammengesetzter Gebirgsarten, alles, was das krystallinische und massige Eruptionsgestein und seine Umwandlung betrifft, unbearbeitet. Trotz der Annahme einer Centralwärme des Erdkörpers wurden Erdbeben, heiße Quellen und vulkanische Ausbrüche nicht als Folgen der Reaction des Planeten gegen seine äußere Rinde angesehen, sondern kleinlichen Localursachen, z. B. der Selbstentzündung von Schwefelkies-Lagern, zugeschrieben. Spielende Versuche von Lemery (1700) sind leider! von langdauerndem Einfluß auf vulkanische Theorien geblieben, wenn gleich die letzteren durch die phantasiereiche Protogaea von Leibnitz (1680) zu allgemeineren Ansichten hätten erhoben werden können.

Die Protogaea, bisweilen dichterischer als die vielen jetzt eben bekannt gewordenen metrischen Versuche desselben Philosophen †), lehrt „die Verschlackung der cavernösen, glühenden, einst selbstständig leuchtenden Erdrinde; die allmälige Abkühlung der in Dämpfe gehüllten wärmestrahlenden Oberfläche; den Niederschlag und die Verdichtung der allmälig erkalteten Dampf-Atmosphäre zu Wasser; das Sinken des Meeresspiegels durch Eindringen der Wasser in die inneren Erdhöhlen; endlich den Einsturz dieser Höhlen, welche das Fallen der Schichten (ihre Neigung gegen den Horizont) veranlaßt." Der physische Theil dieses wilden Phantasiebildes bietet einige Züge dar, welche den Anhängern der neuen, nach allen Richtungen mehr ausgebildeten Geognosie nicht verwerflich scheinen werden. Dahin gehören die Bewegung der Wärme im Inneren des Erdkörpers und die Abkühlung mittelst der Ausstrahlung durch die Oberfläche; die Existenz einer Dampf-Atmosphäre; der Druck, welchen diese Dämpfe während der Consolidirung der Schichten auf letztere ausüben, der doppelte Ursprung der Massen, als geschmolzen und erstarrt oder aus den Gewässern niedergeschlagen. Von dem typischen Charakter und dem mineralogischen Unterschiede der Gebirgsarten, d. h. der in den entferntesten Gegenden wiederkehrenden Associationen gewisser, meist krystallisirter Substanzen, ist in der Protogaea so wenig die Rede wie in Hooke's geognostischen Ansichten. Auch bei diesem haben die physischen Speculationen über die Wirkung unterirdischer Kräfte im Erdbeben, in der plötzlichen Hebung des Meeresbodens und der Küstenländer, in der Entstehung von Inseln und Bergen die Oberhand. Die Natur der organischen Ueberreste der Vorwelt leitete ihn sogar auf die Vermuthung, daß die gemäßigte Zone früher die Wärme des tropischen Klima's müsse genossen haben.

Es bleibt noch übrig, der größten aller geognostischen Erscheinungen zu gedenken, der mathematischen Gestalt der Erde, in welcher die Zustände der Urzeit sich erkennbar abspiegeln, die Flüssigkeit der rotirenden Masse und ihre Erhärtung als Erdsphäroid. In seinen Hauptzügen, freilich nicht genau in den numerischen Angaben des Verhältnisses zwischen der Polar- und Aequatorial-Axe, wurde das Bild der Erdgestaltung am Ende des 17ten Jahrhunderts entworfen. Picard's Gradmessung, mit von ihm selbst vervollkommneten Meßinstrumenten (1670) ausgeführt, ist um so wichtiger gewesen, als sie zuerst Newton veranlaßte, seine schon 1666 aufgefundene und später vernachlässigte Gravitations-

*) S. eine lichtvolle Entwickelung der früheren Fortschritte des paläontologischen Studiums in Whewell, History of the inductive Sciences 1837 Vol. III. p. 507–545.

†) [illegible] Aufsätze und Gedichte, herausgegeben von Pertz 1847 (in den gesammelten Werken: Geschichte, Bd. IV). Ueber den ersten Entwurf der Protogaea von 1691 und die nachmaligen Umarbeitungen s. Tellkampf, Jahresbericht der Bürgerschule zu Hannover 1847 S. 1–32.

Theorie wiederum mit erneuertem Eifer aufzunehmen, weil sie dem tiefsinnigen und glücklichen Forscher die Mittel zu beweisen darbot, wie die Anziehung der Erde den, durch die Schwungkraft umgetriebenen Mond in seiner Bahn erhalte. Die viel früher*) erkannte Abplattung des Jupiter hatte, wie man glaubt, Newton angeregt über die Ursach einer solchen von der Sphäricität abweichenden Erscheinung nachzudenken. Den Versuchen über die wahre Länge des Secundenpendels zu Cayenne von Richer (1673) und an der westlichen afrikanischen Küste von Varin waren andere†), weniger entscheidende zu London, Lyon und Bologna in 7° Breiten-Unterschied vorhergegangen. Die Abnahme der Schwere vom Pol zum Aequator, die lange noch selbst Picard geläugnet, wurde nun allgemein angenommen. Newton erkannte die Polar-Abplattung der Erde und ihre sphäroidische Gestalt als eine Folge der Rotation; er wagte sogar unter der Voraussetzung einer homogenen Masse das Maaß dieser Erd-Abplattung numerisch zu bestimmen. Es blieb den verglichenen Gradmessungen des 18ten und 19ten Jahrhunderts unter dem Aequator, dem Nordpol nahe und in den gemäßigten Zonen beider Halbkugeln, der südlichen und nördlichen, vorbehalten, dieses Maaß der mittleren Abplattung und so die wahre Figur der Erde genau zu erörtern. Die Existenz der Abplattung selbst verkündigt, wie schon in dem Naturgemälde bemerkt‡) worden ist, was man die älteste aller geognostischen Begebenheiten nennen kann: den Zustand der allgemeinen Flüssigkeit eines Planeten, seine frühere und spätere Erhärtung.

Wir haben die Schilderung des großen Zeitalters von Galilei und Kepler, Newton und Leibnitz mit den Entdeckungen in den Himmelsräumen durch das neuerfundene Fernrohr begonnen. Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen Schlüssen erkannt worden ist. „Newton erhob sich zu der Erklärung des Weltsystems, weil es ihm glückte, die Kraft zu finden ||), von deren Wirkung die Kepler'schen Gesetze die nothwendige Folge sind, und welche den Erscheinungen entsprechen mußte, indem diese Gesetze ihnen entsprachen und sie vorherverkündigten." Die Auffindung einer solchen Kraft, deren Dasein Newton in seinem unsterblichen Werke der Principien (einer allgemeinen Naturlehre) entwickelt hat, ist fast gleichzeitig gewesen mit den durch die Infinitesimal-Rechnung eröffneten Wegen zu neuen mathematischen Entdeckungen. Die Geistesarbeit zeigt sich in ihrer erhabensten Größe da, wo sie, statt äußerer materieller Mittel zu bedürfen, ihren Glanz allein von dem erhält, was der mathematischen Gedankenentwickelung, der reinen Abstraction entquillt. Es wohnet inne ein fesselnder, von dem ganzen Alterthum gefeierter Zauber¶) in der Anschauung mathematischer Wahrheiten, der ewigen Verhältnisse der Zeit und des Raumes, wie sie sich in Tönen und Zahlen und Linien offenbaren. Die Vervollkommnung eines geistigen Werkzeuges der Forschung, der Analysis, hat die gegenseitige Befruchtung der Ideen, welche eben so wichtig als der Reichthum ihrer Erzeugung ist, mächtig befördert. Sie hat der physischen Weltanschauung in ihrer irdischen und himmlischen Sphäre (in den periodischen Schwankungen der Oberfläche des Weltmeeres, wie in den wechselnden Störungen der Planeten) neue Gebiete von ungemessenem Umfange eröffnet.

---

*) Kosmos Bd. I. S. 83.

†) Delambre, Hist. de l'Astronomie mod. T. II. p. 601.

‡) Kosmos Bd. I. S. 82. Den Prioritätsstreit über die Abplattung in Hinsicht auf eine von Huygens in der Pariser Akademie 1669 vorgelesene Abhandlung hat zuerst Delambre aufgeklärt in seiner Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. LII und T. II. p. 558. Richer's Rückkunft nach Europa fiel allerdings schon in das Jahr 1673, aber sein Werk wurde erst 1679 gedruckt; und da Huygens Paris 1682 verließ, so hat er das Additamentum zu der sehr verspätet publicirten Abhandlung von 1669 erst dann geschrieben, als er schon die Resultate von Richer's Pendelversuchen und von Newton's großem Werke: Philosophiae Naturalis Principia mathematica vor Augen hatte.

||) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1843 S. 32.

¶) Wilhelms von Humboldt gesammelte Werke Bd. I. S. 11.

lungsgeschichte der Pflanzen in den sogenannten kryptogamischen Cormophyten (den Laub- und Lebermoosen, Farren, Lycopodiaceen) oder in den noch niedrigeren Thallophyten (Algen, Flechten, Pilzen) dadurch verdunkelt worden, daß man überall Analogien aus der geschlechtlichen Fortpflanzung des Thierreichs*) zu finden glaubte.

Wenn die Kunst innerhalb des Zauberkreises der Einbildungskraft, recht eigentlich innerhalb des Gemüthes liegt, so beruhet dagegen die Erweiterung des Wissens vorzugsweise auf dem Contact mit der Außenwelt. Dieser wird bei zunehmendem Völkerverkehr mannigfaltiger und inniger zugleich. Das Erschaffen neuer Organe (Werkzeuge der Beobachtung) vermehrt die geistige, oft auch die physische Macht des Menschen. Schneller als das Licht trägt in die weiteste Ferne Gedanken und Willen der geschlossene electrische Strom. Kräfte, deren stilles Treiben in der elementarischen Natur, wie in den zarten Zellen organischer Gewebe, jetzt noch unseren Sinnen entgeht, werden, erkannt, benutzt, zu höherer Thätigkeit erweckt, einst in die unabsehbare Reihe der Mittel treten, welche der Beherrschung einzelner Naturgebiete und der lebendigeren Erkenntniß des Weltganzen näher führen.

*) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Th. I. 1845 S. 152, Th. II. S. 76; Kunth, Lehrbuch der Botanik Th. I. (1847) S. 91–100 und 505.



Drittes Buch.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung
in dem Gebiete der kosmischen Erscheinungen.

Einleitung.

Zu dem Ziele hinstrebend, welches ich mir nach dem Maaß meiner Kräfte und dem jetzigen Zustande der Wissenschaften als erreichbar gedacht, habe ich in zwei schon erschienenen Büchern des Kosmos die Natur unter einem zwiefachen Gesichtspunkte betrachtet. Ich habe sie darzustellen versucht zuerst in der reinen Objectivität äußerer Erscheinung, dann in dem Reflex eines durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menschen, auf seinen Ideenkreis und seine Gefühle.

Die Außenwelt der Erscheinungen ist unter der wissenschaftlichen Form eines allgemeinen Naturgemäldes in ihren zwei großen Sphären, der uranologischen und der tellurischen, geschildert worden. Es beginnt dasselbe mit den Sternen, die in den fernsten Theilen des Weltraumes zwischen Nebelflecken aufglimmen, und steigt durch unser Planetensystem bis zur irdischen Pflanzendecke und zu den kleinsten, oft von der Luft getragenen, dem unbewaffneten Auge verborgenen Organismen herab. Um das Dasein eines gemeinsamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umschlingt, um das Walten ewiger Gesetze und den ursachlichen Zusammenhang ganzer Gruppen von Erscheinungen, so weit derselbe bisher erkannt worden ist, anschaulicher hervortreten zu lassen, mußte die Anhäufung vereinzelter Thatsachen vermieden werden. Eine solche Vorsicht schien besonders da erforderlich, wo sich in der tellurischen Sphäre des Kosmos, neben den dynamischen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß specifischer Stoffverschiedenheit offenbart. In der siderischen oder uranologischen Sphäre des Kosmos sind für das, was der Beobachtung erreichbar wird, die Probleme, ihrem Wesen nach, von bewundernswürdiger Einfachheit; fähig, nach der Theorie der Bewegung, durch die anziehenden Kräfte der Materie und die Quantität ihrer Masse einer strengen Rechnung zu unterliegen. Sind wir, wie ich glaube, berechtigt, die kreisenden Meteor-Asteroiden für Theile unseres Planetensystems zu halten, so setzen diese allein uns, durch ihren Fall auf den Erdkörper, in Contact*) mit unverkennbar ungleichartigen Stoffen des Weltraumes. Ich bezeichne hier die Ursach, weshalb die irdischen Erscheinungen bisher einer mathematischen Gedankenentwickelung minder glücklich und minder allgemein unterworfen worden sind als die, sich gegenseitig störenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper, in denen für unsere Wahrnehmung nur die Grundkraft gleichartiger Materie waltet.

Mein Bestreben war darauf gerichtet, in dem Naturgemälde der Erde durch eine bedeutsame Anreihung der Erscheinungen ihren ursachlichen Zusammenhang ahnden zu

*) Kosmos Buch I. S. 27, 28, 29 und 67.

lassen. Es wurde der Erdkörper geschildert in seiner Gestaltung, seiner mittleren Dichtigkeit, den Abstufungen seines mit der Tiefe zunehmenden Wärmegehaltes, seiner electromagnetischen Strömungen und polarischen Lichtprocesse. Die Reaction des Inneren des Planeten auf seine äußere Rinde bedingt den Inbegriff vulkanischer Thätigkeit, die mehr oder minder geschlossenen Kreise von Erschütterungswellen und ihre, nicht immer blos dynamischen Wirkungen, die Ausbrüche von Gas, von heißen Wasserquellen und Schlamm. Als die höchste Kraftäußerung der inneren Erdmächte ist die Erhebung feuerspeiender Berge zu betrachten. Wir haben so die Central- und Reihen-Vulkane geschildert, wie sie nicht bloß zerstören, sondern Stoffartiges erzeugen, und unter unseren Augen, meist periodisch, fortfahren, Gebirgsarten (Eruptions-Gestein) zu bilden; wir haben gezeigt, wie, im Contraste mit dieser Bildung, Sediment-Gesteine sich ebenfalls noch aus Flüssigkeiten niederschlagen, in denen ihre kleinsten Theile aufgelöst oder schwebend enthalten waren. Eine solche Vergleichung des Werdenden, sich als Festes Gestaltenden mit dem längst als Schichten der Erdrinde Erstarrten leitete auf die Unterscheidung geognostischer Epochen, auf eine sichere Bestimmung der Zeitfolge der Formationen, welche die untergegangenen Geschlechter von Thieren und Pflanzen, die Fauna und Flora der Vorwelt, in chronologisch erkennbaren Lebensreihen umhüllen. Entstehung, Umwandlung und Hebung der Erdschichten bedingen epochenweise wechselnd alle Besonderheiten der Naturgestaltung der Erdoberfläche; sie bedingen die räumliche Vertheilung des Festen und Flüssigen, die Ausdehnung und Gliederung der Continental-Massen in horizontaler und senkrechter Richtung. Von diesen Verhältnissen hangen ab die thermischen Zustände der Meeresströme, die meteorologischen Processe in der luftförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die typische und geographische Verbreitung der Organismen. Eine solche Erinnerung an die Aneinanderreihung der tellurischen Erscheinungen, wie sie das Naturgemälde dargeboten hat, genügt, wie ich glaube, um zu beweisen, daß durch die bloße Zusammenstellung großer und verwickelt scheinender Resultate der Beobachtung die Einsicht in ihren Causalzusammenhang gefördert wird. Die Deutung der Natur ist aber wesentlich geschwächt, wenn man durch zu große Anhäufung einzelner Thatsachen der Naturschilderung ihre belebende Wärme entzieht.

So wenig nun in einer, mit Sorgfalt entworfenen, objectiven Darstellung der Erscheinungswelt Vollständigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten beabsichtigt worden ist, eben so wenig hat dieselbe erreicht werden sollen in der Schilderung des Reflexes der äußeren Natur auf das Innere des Menschen. Hier waren die Grenzen noch enger zu ziehen. Das ungemessene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet seit Jahrtausenden durch die treibenden Kräfte geistiger Thätigkeit, zeigt uns in den verschiedenen Menschenracen und auf verschiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemüths *), bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menschen zuerst auf die Heiligung von Naturkräften und gewisser Gegenstände der Körperwelt geleitet; später folgt er religiösen Anregungen höherer, rein geistiger Art †). Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnißvollen Proceß der Sprachenbildung ‡), in welchem zugleich ursprüngliche körperliche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur als mächtige mitbestimmende Elemente auftreten. Die Menschheit verarbeitet sich in den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugnisse einer solchen Geistesarbeit gehören eben so wesentlich zum Bereich des Kosmos als die Erscheinungen, die sich im Inneren abspiegeln.

Da ein reflectirtes Naturbild unter dem Einfluß aufgeregter schöpferischer Einbildungskraft sich nicht rein und treu erhalten kann; so entsteht neben dem, was wir die wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale und innere Welt, voll phantastischer, zum Theil

*) A. a. O. Buch I. S. 8 und 9, Buch II. S. 195 196 und 236.

†) A. a. O. Buch II. S. 203–206 und 213–215.

‡) A. a. O. Buch I. S. 189–191, Buch II. S. 244 –246.

symbolischer Mythen, belebt durch fabelhafte Thiergestalten, deren einzelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung oder gar den erhaltenen Resten untergegangener Geschlechter*) entlehnt sind. Auch Wunderblumen und Wunderbäume entsprießen dem mythischen Boden: wie nach den Edda-Liedern die riesige Esche, der **Weltbaum** Yggdrasil, dessen Aeste über den Himmel emporstreben, während eine seiner dreifachen Wurzeln bis in die „rauschenden Kesselbrunnen" der Unterwelt reicht†). So ist das Nebelland physischer Mythen, nach Verschiedenheit der Volksstämme und der Klimate, mit anmuthigen oder mit grauenvollen Gestalten gefüllt. Jahrhunderte lang werden sie durch die Ideenkreise später Generationen vererbt.

Wenn die Arbeit, die ich geliefert, nicht genugsam dem Titel entspricht, den ich oft selbst als gewagt und unvorsichtig gewählt bezeichnet habe; so muß der Tadel der Unvollständigkeit besonders den Theil dieser Arbeit treffen, welcher das geistige Leben im Kosmos, die in die Gedanken- und Gefühlswelt reflectirte äußere Natur, berührt. Ich habe mich in diesem Theile vorzugsweise begnügt, bei den Gegenständen zu verweilen, welche in mir der Richtung lang genährter Studien näher liegen: bei den Aeußerungen des mehr oder minder lebhaften Naturgefühls im classischen Alterthum und in der neueren Zeit; bei den Fragmenten dichterischer Naturbeschreibung, auf deren Färbung die Individualität des Volkscharakters und die religiöse, **monotheistische** Ansicht des **Geschaffenen** einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt haben; bei dem anmuthigen Zauber der Landschaftmalerei; bei der Geschichte der physischen Weltanschauung, d. i. bei der Geschichte der in dem Laufe von zwei Jahrtausenden stufenweise entwickelten **Erkenntniß des Weltganzen**, der Einheit in den Erscheinungen.

Bei einem so vielumfassenden, seinem Zwecke nach zugleich wissenschaftlichen und die Natur lebendig darstellenden Werke darf ein erster, unvollkommener Versuch der Ausführung nur darauf Anspruch machen, daß er mehr durch das wirke, was er **anregt**, als durch das, was er zu **geben** vermag. Ein **Buch von der Natur**, seines erhabenen Titels würdig, wird dann erst erscheinen, wenn die Naturwissenschaften, trotz ihrer ursprünglichen **Unvollendbarkeit**, durch Fortbildung und Erweiterung einen höheren Standpunkt erreicht haben, und wenn so beide Sphären des einigen Kosmos (die **äußere**, durch die Sinne wahrnehmbare, wie die **innere**, reflectirte, geistige Welt) gleichmäßig an lichtvoller Klarheit gewinnen.

Ich glaube hiermit hinlänglich die Ursachen berührt zu haben, welche mich bestimmen mußten dem allgemeinen **Naturgemälde** keine größere Ausdehnung zu geben. Dem dritten und vierten Buche des **Kosmos** ist es vorbehalten, vieles des Fehlenden zu ergänzen und die Ergebnisse der Beobachtung darzulegen, auf welche der jetzige Zustand wissenschaftlicher Meinungen vorzugsweise gegründet ist. Die Anordnung dieser Ergebnisse wird hier wieder die sein, welcher ich nach den früher ausgesprochenen Grundsätzen in dem Naturgemälde gefolgt bin. Ehe ich jedoch zu den Einzelheiten übergehe, welche die speciellen Disciplinen begründen, darf es mir erlaubt sein noch einige allgemeine erläuternde Betrachtungen voranzuschicken. Das unerwartete Wohlwollen, welches meinem Unternehmen bei dem Publicum in weiten Kreisen, in und außerhalb des Vaterlandes geschenkt worden ist, läßt mich doppelt das Bedürfniß fühlen, mich noch einmal auf das bestimmteste über den Grundgedanken des ganzen Werkes und über Anforderungen auszusprechen, die ich schon darum nicht zu erfüllen versucht habe, weil ihre Erfüllung nach meiner individuellen Ansicht unseres empirischen Wissens nicht von mir beabsichtigt werden **konnte**. An diese

*) **M. von Olfers**, Ueberreste vorweltlicher Riesenthiere in Beziehung auf ostasiatische Sagen, in den Abh. der Berl. Akad. 1839 S. 51. Ueber die Meinung des Empedocles von der Ursach des Unterganges der ältesten Thierformen s. **Hegel's** Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 344.

†) Vergl. über den Weltbaum **Yggdrasil** und den rauschenden (tobenden) Kesselbrunnen **Hvergelmir** die Deutsche Mythologie von Jacob **Grimm** 1844 S. 530 und 756, wie **Mallet**, Northern Antiquities 1847 p. 410, 489, und 492.

rechtfertigenden Betrachtungen reihen sich wie von selbst historische Erinnerungen an die früheren Versuche, den Weltgedanken aufzufinden, der alle Erscheinungen in ihrem Causalzusammenhange auf ein einiges Princip reduciren solle.

Das Grundprincip *) meines Werkes über den Kosmos, wie ich dasselbe vor mehr als zwanzig Jahren in den französischen und deutschen zu Paris und Berlin gehaltenen Vorlesungen entwickelt habe, ist in dem Streben enthalten: die Welterscheinungen als ein Naturganzes aufzufassen; zu zeigen, wie in einzelnen Gruppen dieser Erscheinungen die ihnen gemeinsamen Bedingnisse, d. i. das Walten großer Gesetze, erkannt worden sind; wie man von den Gesetzen zu der Erforschung ihres ursachlichen Zusammenhanges aufsteigt. Ein solcher Drang nach dem Verstehen des Weltplans, d. h. der Naturordnung, beginnt mit Verallgemeinerung des Besondren, mit Erkenntniß der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber „zu einer Weltansicht durch Speculation und alleinige Gedankenentwickelung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung.“ Wir sind, ich wiederhole es hier, weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten konnte, alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Der sichere Weg ist ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon schon von Leonardo da Vinci vorgeschlagen und mit wenigen Worten bezeichnet worden: cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scoprirne la ragione †). In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesetzen begnügen; aber das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Causalzusammenhanges ‡) selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird das Gesetzliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur in einzelnen Theilen eine Welterklärung. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten. Was der Geistesarbeit, deren Schranken hier bezeichnet werden, großes und feierliches inwohnt, ist das frohe Bewußtsein des Strebens nach dem Unendlichen, nach dem Erfassen dessen, was in ungemessener, unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werdende, das Geschaffene uns offenbart.

Ein solches durch alle Jahrhunderte wirksames Streben mußte oft unter mannigfaltigen Formen zu der Täuschung verführen, das Ziel erreicht, das Princip gefunden zu haben, aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden, umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in menschlicher Form verehrt ||) worden war, entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der ionischen Schule der

*) Kosmos Buch I. S. 20 und 21 und 30–32.

†) A. a. O. Buch II. S. 343.

‡) In den einleitenden Betrachtungen zum Kosmos Buch I. S. 20 hätte nicht im allgemeinen gesagt werden sollen, „daß in den Erfahrungswissenschaften die Auffindung von Gesetzen als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheine.“ Die Beschränkung: „in vielen Gruppen der Erscheinungen“ wäre nothwendig gewesen. Die Vorsicht, mit welcher ich mich im zweiten Buche (S. 359 und 381) über das Verhältniß von Newton zu Kepler ausgedrückt habe, kann, glaube ich, keinen Zweifel darüber lassen, daß ich das Auffinden von Naturgesetzen und ihre Deutung, d. h. die Erklärung der Phänomene, nicht mit einander verwechsle. Ich sage von Kepler: „Eine reiche Fülle genauer Beobachtungen, von Tycho de Brahe geliefert, begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens (eines denkenden Erkennens der Natur) übertragen wurden;“ von Newton: „Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen Schlüssen erkannt worden ist. Newton erhob sich zu der Erklärung des Weltsystems, da es ihm glückte die Kraft zu finden, von deren Wirkung die Kepler'schen Gesetze die nothwendige Folge sind.“ Vergl. über diesen Gegenstand (on laws and causes) die vortrefflichen Bemerkungen in Sir John Herschel's Address for the fifteenth meeting of the Brit. Assoc. at Cambridge 1845 p. XLII, und Edinb. Rev. Vol. 87. 1848 p. 180–183.

||) In der denkwürdigen Stelle (Metaph. XII, 8 pag. 1074 Bekker), in welcher Aristoteles von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit“ spricht, heißt es sehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menschenähnlicher Götter: „vieles ist mythisch hinzugefügt, zur Ueberredung der Menge, wie auch der Gesetze und anderer nützlicher Zwecke wegen.“

Keim einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen*), aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter Naturelemente, oder aus Processen der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten, abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedocles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwickelung der ionischen Physiologie erhob sich Anaxagoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre gleichartigen kleinsten Theile entmischenden Geistes. Die weltordnende Vernunft (νοῦς) beherrscht die continuirlich fortschreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und so auch aller physischen Erscheinungen. Durch die Annahme eines centrifugalen Umschwunges†), dessen Nachlassen, wie wir schon oben erwähnt, den Fall der Meteorsteine bewirkt, erklärt Anaxagoras den scheinbaren (ost-westlichen) himmlischen Kreislauf. Diese Hypothese bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbel-Theorien, welche mehr denn zweitausend Jahre später durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmische Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geist die Gottheit selbst oder pantheistisch nur ein geistiges Princip alles Naturlebens bezeichnet‡), bleibt diesem Werke fremd.

In einem grellen Contraste mit den beiden Abtheilungen der ionischen Schule steht die, das Universum ebenfalls umfassende, mathematische Symbolik der Pythagoreer. Der Blick bleibt einseitig geheftet in der Welt sinnlich wahrnehmbarer Naturerscheinungen auf das Gesetzliche in der Gestaltung (den fünf Grundformen), auf die Begriffe von Zahlen, Maaß, Harmonie und Gegensätzen. Die Dinge spiegeln sich in den Zahlen, welche gleichsam eine „nachahmende Darstellung" (μίμησις) von ihnen sind. Die grenzenlose Wiederholbarkeit und Erhöhung der Zahlen ist der Charakter des Ewigen, der Unendlichkeit der Natur. Das Wesen der Dinge kann als Zahlenverhältnisse, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlen-Combinationen erkannt werden. Auch Plato's Physik enthält Versuche alle Wesenheit der Stoffe im Weltall und ihrer Verwandlungsstufen auf körperliche Formen und diese auf die einfachsten (triangularen) Flächen-Figuren||) zurückzuführen. Was aber die letzten Principien (gleichsam die Elemente der Elemente) sind, sagt Plato in bescheidenem Mißmuth, „weiß Gott allein, und wer von ihm geliebt wird unter den Menschen." Eine solche mathematische Behandlung physischer Erscheinungen, die Ausbildung der Atomistik, die Philosophie des Maaßes und der Harmonie, hat noch spät auf die Entwickelung der Naturwissenschaften eingewirkt, auch phantasiereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche die Geschichte der physischen Weltanschauung bezeich-

---

*) Die wichtige Verschiedenheit dieser naturphilosophischen Richtungen, τρόποι, ist klar angedeutet in Aristot. Phys. Auscult. I, 4 pag. 187 Bekk. (Vergl. Brandis im Rhein. Museum für Philologie Jahrg. III. S. 105.)

†) Kosmos Buch I. S. 66 und Anm. †), Buch II. S. 327 und Anm. *). Eine merkwürdige Stelle des Simplicius p. 491b setzt die Centripetalkraft deutlichst dem Umschwunge, der Centrifugalkraft entgegen. Sie gedenkt des „Nicht-Herabfallens der himmlischen Körper, wenn der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten." Deshalb wird bei Plutarch de facie in orbe Lunae p. 923 der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem Stein in der Schleuder" verglichen. Ueber die eigentliche Bedeutung der περιχώρησις des Anaxagoras vergl. Schaubach im Anaxag. Clazom. Fragm. 1827 p. 107–109.

‡) Schaubach a. a. O. p. 151–156 und 185–189. Für von dem Geiste, νοῦς, beseelt werden auch die Pflanzen gehalten; Aristot. de Plant. I, 1 p. 815 Bekk.

||) Vergl. über diesen Theil der mathematischen Physik des Plato: Böckh, de platonico syst. caelestium globorum 1810 et 1811; Martin, Etudes sur le Timée T. II. p. 234–242 und Brandis in der Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 375.

net. „Es wohnt ein fesselnder, von dem ganzen Alterthume gefeierter Zauber den einfachen Verhältnissen der Zeit und des Raumes inne, wie sie sich in Tönen, in Zahlen und Linien offenbaren *).“

Die Idee der **Weltordnung** und **Weltregierung** tritt geläutert und erhaben in den Schriften des Aristoteles hervor. Alle Erscheinungen der Natur werden in den **physischen Vorträgen** (Auscultationes physicae) als bewegende Lebensthätigkeiten einer allgemeinen Weltkraft geschildert. Von dem „unbewegten Beweger der Welt“ hängt der Himmel und die Natur †) (die tellurische Sphäre der Erscheinungen) ab. Der „Anordner,“ und der letzte Grund aller sinnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von aller Materie Getrenntes betrachtet werden ‡). Die **Einheit** in den verschiedenen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprincipe erhoben, und diese Kraftäußerungen selbst werden stets auf Bewegungen reducirt. So finden wir in dem Buche **von der Seele** ‖) schon den Keim der **Undulations-Theorie** des Lichtes. Die Empfindung des Sehens erfolgt durch eine Erschütterung, eine Bewegung des Mittels zwischen dem Gesicht und dem gesehenen Gegenstande, nicht durch Ausflüsse aus dem Gegenstande oder dem Auge. Mit dem Sehen wird das **Hören** verglichen, da der Schall ebenfalls eine Folge der Lufterschütterung ist.

Aristoteles, indem er lehrt, durch die Thätigkeit der denkenden Vernunft in dem Besondern der wahrnehmbaren Einzelheiten das Allgemeine zu erforschen, umfaßt immer das Ganze der Natur, und den inneren Zusammenhang nicht bloß der Kräfte, sondern auch der organischen Gestalten. In dem Buche über die Theile (Organe) der Thiere spricht er deutlich seinen Glauben an die Stufenleiter der Wesen aus, in der sie von niederen zu höheren Formen aufsteigen. Die Natur geht in ununterbrochenem, fortschreitendem Entwickelungsgange von dem Unbelebten (Elementarischen) durch die Pflanzen zu den Thieren über: zunächst „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Thier, aber so nahe mit diesem verwandt ist, daß es sich im ganzen wenig von ihm unterscheidet ¶).“ In dem Uebergange der Bildungen „sind die Mittelstufen fast unmerklich **).“ Das große Problem des Kosmos ist dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr,“ sagt er ††) mit sonderbarer Lebendigkeit des Ausdrucks, „ist nichts zusammenhanglos Eingeschobenes, wie in einer schlechten Tragödie.“

Das naturphilosophische Streben alle Erscheinungen des **einigen** Kosmos Einem Erklärungs-Principe unterzuordnen ist in allen physikalischen Schriften des tiefsinnigen Weltweisen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zustand des Wissens, die Unbekanntschaft mit der Methode des Experimentirens, d. h. des Hervorrufens der Erscheinungen unter bestimmten Bedingnissen, hinderte selbst kleine

---

*) **Kosmos** Buch II. S. 381 Anm. ¶). Vergl. **Gruppe** über die Fragmente des Archytas 1840 S. 33.

†) **Aristot.** Polit. VII, 4 p. 1326 und Metaph. XII, 7 pag. 1072, 10 Bekk. und XII, 10 pag. 1074, 5. Das Pseudo-Aristotelische Buch de Mundo, welches Osann dem Chrysippus zuschreibt (**Kosmos** Buch II. S. 197 und Anm. ⁸), enthält ebenfalls (cap. 6 pag. 397) eine sehr beredte Stelle über den **Weltordner** und **Welterhalter**.

‡) Die Beweisstellen sind gesammelt in **Ritter**, Gesch. der Philosophie Th. III. S. 185–191.

‖) Vergl. **Aristot.** de anima II, 7 pag. 419. In dieser Stelle ist die Analogie mit dem Schalle auf das deutlichste ausgedrückt; aber in anderen Schriften hat Aristoteles seine Theorie des Sehens mannigfach modificirt. So heißt es de Insomniis cap. II p. 459 Bekker: „Es ist offenbar, daß das Sehen, wie ein Leiden, so auch eine Thätigkeit ist, und daß das Gesicht nicht allein von der Luft (dem Mittel) etwas erleidet, sondern auch in das Mittel einwirkt.“ Zum Beweise wird angeführt, daß ein neuer, sehr reiner Metallspiegel unter gewissen Umständen, durch den darauf geworfenen Blick einer Frau, schwer zu vertilgende Nebelflecken erhält. (Vergl. damit **Martin**, Études sur le Timée de Platon T. II. p. 159–163.)

¶) **Aristot.** de partibus anim. lib. IV cap. 5 pag. 681 lin. 12 Bekker.

) **Aristot. Hist. Anim. lib. IX cap. 1 pag. 588 lin 10–24 Bekker. Wenn im Thierreiche unter den Repräsentanten der vier Elemente auf unserer Erde einige fehlen, z. B. die, welche das Element des reinsten Feuers darstellen, so können vielleicht diese Mittelstufen im Monde vorkommen (**Biese**, die Phil. des Aristoteles Bd. II. S. 186). Sonderbar genug, daß der Stagirite in einem anderen Planeten sucht, was wir als Mittelglieder der Kette in den untergegangenen Formen von Thier- und Pflanzenarten finden!

††) **Aristot.** Metaph. lib. XIII cap. 3 pag. 1090 lin. 20 Bekker.

Gruppen physischer Processe in ihrem Causalzusammenhange zu erfassen. Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegensätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperistase), welche an unsere jetzigen Hypothesen der entgegengesetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contraste von + und — erinnert*). Die vermeinten Lösungen der Probleme geben dann die Thatsachen selbst verhüllt wieder, und der sonst überall so mächtig concise Styl des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologischer oder optischer Processe oft in selbstgefällige Breite und etwas hellenische Vielredenheit über. Da der aristotelische Sinn wenig auf Stoff-Verschiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet ist; so tritt die Grundidee, alle tellurischen Naturerscheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umschwung der Himmelssphäre zuzuschreiben, wiederholt hervor: geahndet, mit Vorliebe gepflegt†), aber nicht in absoluter Schärfe und Bestimmtheit dargestellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mittheilung der Bewegung als den Grund aller irdischen Erscheinungen an. Pantheistische Ansichten sind ausgeschlossen. Die Gottheit ist die höchste „ordnende Einheit, welche sich in allen Kreisen der gesammten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturwesen die Bestimmung verleiht, als absolute Macht alles zusammenhält‡)." Der Zweckbegriff und die teleologischen Ansichten werden nicht auf die untergeordneten Naturprocesse, die der anorganischen, elementarischen Natur, angewandt, sondern vorzugsweise auf die höheren Organisationen ||) der Thier- und Pflanzenwelt. Auffallend ist es, daß in diesen Lehren die Gottheit sich gleichsam einer Anzahl von Astralgeistern bedient, welche (wie der Massenvertheilung und der Pertubationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen ¶). Die Gestirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der sinnlichen Welt. Des kleinen, Pseudo-Aristotelischen, gewiß stoischen Buches vom Kosmos ist hier, trotz seines Namens, nicht Erwähnung geschehen. Es stellt zwar, naturbeschreibend und oft mit rhetorischer Lebendigkeit und Färbung, zugleich Himmel und Erde, die Strömungen des Meeres und des Luftkreises dar; aber es offenbart keine Tendenz, die Erscheinungen des Kosmos auf allgemeine physikalische, d. h. in den Eigenschaften der Materie gegründete, Principien zurückzuführen.

Ich habe länger bei der glänzendsten Epoche der Naturansichten des Alterthums ver-

---

*) Die ἀντιπερίστασις des Aristoteles spielt besonders eine große Rolle in allen Erklärungen meteorologischer Processe; so in den Werken: de generatione et interitu lib. II cap. 3 p. 330, den Meteorologicis lib. I cap. 12 und lib. III cap. 3 p. 372, und den Problemen (lib. XIV cap. 3, lib. VIII no. 9 p. 888 und lib. XIV no. 3 p. 909), die wenigstens nach aristotelischen Grundsätzen abgefaßt sind. In der alten Polaritätshypothese κατ' ἀντιπερίστασιν ziehen sich aber gleichartige Zustände an und ungleichartige (+ und —) stoßen sich entgegengesetzt ab (vergl. Ideler, Meteorol. veterum Graec. et Rom. 1832 p. 10). Die entgegengesetzten Zustände, statt sich bindend zu vernichten, erhöhen vielmehr die Spannung. Das ψυχρόν steigert das θερμόν: so wie umgekehrt „die umgebende Wärme bei der Hagelbildung, indem das Gewölk sich in wärmere Luftschichten senkt, den kalten Körper noch kälter macht." Aristoteles erklärt durch seinen antiperistatischen Proceß, durch Wärme-Polarität, was die neuere Physik durch Leitung, Strahlung, Verdampfung, Veränderung der Wärme-Capacität zu erklären weiß. S. die scharfsinnigen Betrachtungen von Paul Erman in den Abhandl. der Berliner Akademie auf das Jahr 1825 S. 128.

†) „Durch die Bewegung der Himmelssphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdische Erscheinungen hervorgerufen." Aristot. Meteor. I, 2 p. 339 und de gener. et corrupt. II, 10 p. 336.

‡) Aristot. de Coelo lib. I. cap. 9 pag. 279, lib. II cap. 3 pag. 286, lib. II. cap. 13 pag. 292 Bekker (vergl. Biese Bd. I. S. 352–357).

||) Aristot. phys. auscult. lib. II cap. 8 pag. 199, de anima lib. III cap. 12 pag. 434, de Animal. generat. lib. V. cap. 1 pag. 778 Bekker.

¶) Aristot. Meteor. XII, 8 p. 1074, zu welcher Stelle eine denkwürdige Erläuterung im Commentar des Alexander Aphrodisiensis enthalten ist. Die Gestirne sind nicht seelenlose Körper, sie sind vielmehr als handelnde und lebendige Wesen zu betrachten (Aristot. de Coelo lib. II cap. 12 p. 292). Sie sind das Göttlichere unter dem Erscheinenden τὰ θειότερα τῶν φανερῶν (Aristot. de Coelo lib. I. cap. 9 p. 278 und lib. II cap. 1 p. 284). In der kleinen Pseudo-Aristotelischen Schrift de Mundo, in welcher oft eine religiöse Stimmung vorherrscht (von der erhaltenden Allmacht Gottes cap. 6 pag. 400), wird der hohe Aether auch göttlich genannt (cap. 2 pag. 392). Was der phantasiereiche Kepler im Mysterium cosmographicum (cap. 20 p. 71) „bewegende Geister, animae motrices". nennt, ist die verworrene Idee einer Kraft (virtus) welche in der Sonne (anima mundi) ihren Hauptsitz hat, nach den Gesetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und die Planeten in elliptischen Bahnen umtreibt. (Vergl. Apelt, Epochen der Gesch. der Menschheit Bd. I. S. 472.)

weilt, um den frühesten Versuchen der Verallgemeinerung die Versuche der neueren Zeit gegenüberzustellen. In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte, welche in Hinsicht auf die Erweiterung **kosmischer Anschauungen** in einem anderen Theile dieses Buches *) geschildert worden ist, zeichnen sich das Ende des dreizehnten und der Anfang des vierzehnten Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, die physische Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco (Pierre d'Ailly) sind Werke, welche, so mächtig sie auch auf Zeitgenossen gewirkt haben, durch ihren Inhalt nicht dem Titel entsprechen, den sie führen. Unter den italiänischen Gegnern der Aristotelischen Physik wird Bernardino Telesio aus Cosenza als der Gründer einer rationellen Naturwissenschaft bezeichnet. Alle Erscheinungen der sich passiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Principien (Thätigkeiten, Kräfte), von **Wärme** und **Kälte**, betrachtet. Auch das ganze organische Leben, die „beseelten" Pflanzen und Thiere, sind das Product jener ewig entzweiten Kräfte: von denen vorzugsweise die eine, die Wärme, der himmlischen; die andere, die Kälte, der irdischen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantasie, aber auch mit tiefem Forschungsgeiste begabt, versucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken †): De la Causa, Principio e Uno; Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi innumerabili; und De Minimo et Maximo, das Weltganze zu umfassen. In der Naturphilosophie des Telesio, eines Zeitgenossen des Copernicus, erkennt man wenigstens das Bestreben, die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduciren, „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden," doch ähnlich sind den Grundkräften der Anziehung und Abstoßung in der dynamischen Naturlehre von Boscowich und Kant. Die kosmischen Ansichten des **Nolaners** sind rein metaphysisch; sie suchen nicht die Ursachen der sinnlichen Erscheinungen in der Materie selbst, sondern berühren „die Unendlichkeit des mit selbstleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Beseeltheit dieser Welten, die Beziehungen der höchsten Intelligenz, Gottes, zu dem Universum." Mit geringem mathematischen Wissen ausgerüstet, war Giordano Bruno doch bis zu seinem furchtbaren Martertode ‡) ein enthusiastischer Bewunderer von Copernicus, Tycho und Kepler. Zeitgenosse des Galilei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohrs von Hans Lippershey und Zacharias Jansen, und also auch nicht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt," der Venus-Phasen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuversicht auf das, was er nennt lume interno, ragione naturale, altezza dell' intelleto, überließ er sich glücklichen Ahndungen über die Bewegung der Fixsterne, die planetenartige Natur der Cometen und die von der Kugelform abweichende Gestalt der Erde ||). Auch das griechische Alterthum ist voll von solchen uranologischen Verheißungen, die später erfüllt wurden.

In der Gedankenentwickelung über kosmische Verhältnisse, deren Hauptformen und Hauptepochen hier aufgezählt werden, war Kepler, volle 78 Jahre vor dem Erscheinen von Newton's unsterblichem Werke der Principia philosophiae naturalis, einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre am nächsten. Wenn der Eklektiker Simplicius bloß

---

*) **Kosmos** Buch II. S. 318–324.

†) Vergl. die scharfsinnige und gelehrte Bearbeitung der Werke des Philosophen von Nola in der Schrift: Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 129, 149 und 201.

‡) Verbrannt zu Rom am 17. Februar 1600, nach der Sentenz: ut quam clementissime et citra sanguinis effusionem puniretur. Bruno war 6 Jahre unter den Bleidächern in Venedig, zwei Jahre in der Inquisition zu Rom gefangen gewesen. Als das Todesurtheil ihm verkündigt ward, sagte der nicht gebeugte Mann die schonen, muthigen Worte: majori forsitan cum timore sententiam in me fertis, quam ego accipiam. Aus Italien flüchtig (1580), lehrte er in Genf, in Lyon, Toulouse, Paris, Oxford, Marburg, Wittenberg (das er **Deutschlands Athen** nennt), Prag, Helmstedt, wo er 1589 die wissenschaftliche Ausbildung des Herzogs Heinrich Julius von Braunschweig-Wolfenbüttel vollendete (**Bartholmèß** T. I. p. 167–178), und seit 1592 in Padua.

||) **Bartholmèß** T. II. p. 219, 232 und 370. Ueber die große **Himmelsbegebenheit** des plötzlich (1572) in der Cassiopea auflodernden neuen Sternes hat Bruno die einzelnen Beobachtungen sorgfältig zusammengestellt. Seine naturphilosophischen Beziehungen zu zweien seiner calabresischen Landsleute, Bernardino Telesio und Thomas Campanella, wie zu dem platonisirenden Cardinal Nicolaus Krebs aus Cusa (s. **Kosmos** Buch II. S. 358) sind in neueren Zeiten vielfach geprüft worden.

im allgemeinen den Grundsatz aussprach, „das Nicht-Herabfallen der himmlischen Körper werde dadurch bewirkt, daß der Umschwung (die Centrifugalkraft) die Oberhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten;" wenn Joannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeä, die Bewegung der Weltkörper „einem primitiven Stoße und dem fortgesetzten Streben zum Falle" zuschrieb; wenn, wie wir schon früher bemerkt, Copernicus nur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie sie in der Sonne als dem Centrum der Planetenwelt, in der Erde und dem Monde wirke, mit den denkwürdigen Worten bezeichnet: gravitatem non aliud esse quam appetentiam quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant, in formam globi coëuntes: so finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche de Stella Martis *) zuerst numerische Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältniß ihrer Massen Erde und Mond gegen einander ausüben. Er führt bestimmt Ebbe und Fluth †) als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (virtus tractoria) sich bis zur Erde erstrecke; ja daß diese Kraft, „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eisen ausübt," die Erde des Wassers berauben würde, wenn diese aufhörte dasselbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre später, 1619, vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Fluth der Rotation der Erde zuschrieb, die richtige Erklärung auf, um in der Harmonice Mundi den Erdkörper als ein lebendiges Unthier zu schildern, dessen wallfischartige Respiration, in periodischem, von der Sonnenzeit abhängigen Schlaf und Erwachen, das Anschwellen und Sinken des Oceans verursacht. Bei dem mathematischen, schon von Laplace anerkannten Tiefsinne, welcher aus einer von Kepler's Schriften hervorleuchtet ‡), ist zu bedauern, daß der Entdecker von den drei großen Gesetzen aller planetarischen Bewegung nicht auf dem Wege fortgeschritten ist, zu welchem ihn seine Ansichten über die Massen-Anziehung der Weltkörper geleitet hatten.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntnissen als Kepler begabt und Gründer vieler Theile einer mathematischen Physik, unternahm Descartes in einem Werke, das er Traité du Monde, auch Summa Philosophiae nannte, die ganze Welt der Erscheinungen, die himmlische Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdischen Natur wußte, zu umfassen. Der Organismus der Thiere, besonders der des Menschen, für welchen er eilf Jahre lang ||) sehr ernste anatomische Studien gemacht, sollte das Werk

---

*) „Si duo lapides in aliquo loco Mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius *moles* in comparatione. Si luna et terra non retinerentur vi animali (!) aut alia aliqua aequipollente, quaelibet in suo circuitu, Terra adscenderet ad Lunam quinquagesima quarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibi jungerentur, posito tamen quod substantia utriusque sit unius et ejusdem densitatis." Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis de Motibus Stellae Martis 1609 Introd. fol. V. Ueber die älteren Ansichten von der Gravitation s. Kosmos Buch II. S. 357 und Anm.

†) „Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquae marinae omnes elevarentur et in corpus Lunae influerent. Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad terras, et prolectat aquas quacunque in verticem loci incidit, sub Zonam torridam, quippe in occursum suum quacunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusis, sensibiliter ibi, ubi sunt latissimi alvei Oceani propinqui, aquisque spaciosa reciprocationis libertas." (Kepler l. c.) „Undas a Luna trahi ut ferrum a Magnete ...." Kepleri Harmonices Mundi libri quinque 1619 lib. IV cap. 7 p. 162. Dieselbe Schrift, welche so viel herrliches darbietet, ja, die Begründung des wichtigen dritten Gesetzes (nach dem die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten sich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen), wird durch die muthwilligsten Phantasiespiele über die Respiration, die Nahrung und die Wärme des Erdthieres, über des Thieres Seele, sein Gedächtniß (memoria animae Terrae), ja seine schaffende Einbildungskraft (animae Telluris imaginatio) verunstaltet. Der große Mann hielt so fest an diesen Träumereien, daß er mit dem mystischen Verfasser des Macrocosmos, Robert Fludd aus Oxford (der an der Erfindung des Thermometers Theil haben soll), über das Prioritätsrecht der Ansichten vom Erdthiere ernsthaft haderte (Harm. Mundi p. 252.) — Massen-Anziehung wird in Kepler's Schriften oft mit magnetischer Anziehung verwechselt. „Corpus Solis esse magneticum. Virtutem, quae Planetas movet, residere in corpore Solis." (Stella Martis Pars III cap. 32 und 34.) Jedem Planeten wurde eine Magnetachse zugeschrieben, welche stets nach einer und derselben Weltgegend gerichtet ist. (Apelt, Joh. Keppler's astron. Weltansicht 1849 S. 73.)

‡) Vergl. Kosmos Buch II. S. 367 und Anm.

||) La vie de Mr. Des-Cartes (par Baillet) 1691 P. I. p. 197 und Oeuvres de Descartes publiées par Victor Cousin T. I. 1824 p. 101.

seinem Tode, 1717, in der so überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage seiner Optik es für nöthig hielt bestimmt zu erklären, daß er die Gravitation keinesweges für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte*): während Gilbert schon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie inwohnende Kraft ansah. So schwankend war der tiefsinnigste, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton selbst, über die „letzte mechanische Ursach" aller Bewegung.

Es ist allerdings eine glänzende, des menschlichen Geistes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organisches Ganzes aufzustellen; aber der unvollkommene Zustand so vieler Theile unseres Naturwissens setzt der Lösung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungssphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie selbst zu erklären, zu einer unbestimmten. Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortschritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwissen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehend zunehmenden Schnelligkeit des Fortschrittes gedenken; so erfassen wir die periodischen, endlosen Umwandelungen, welche allen physikalischen Wissenschaften noch bevorstehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturprocesse, wie die des Lichts, der Wärme und des Electro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematischen Gedankenentwickelung zugänglich geworden sind; so bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Ursach chemischer Stoffverschiedenheit, wie von der scheinbar allen Gesetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahn-Excentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abstande ihrer Satelliten, in der Gestalt der Continente und der Stellung ihrer höchsten Bergketten. Die hier beispielsweise genannten räumlichen Verhältnisse können bisher nur als etwas thatsächlich in der Natur Daseiendes betrachtet werden. Sind die Ursachen und die Verkettung dieser Verhältnisse noch nicht ergründet, so nenne ich sie darum aber nicht zufällig. Sie sind das Resultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung unseres Planetensystems, von geognostischen Vorgängen bei der Erhebung der äußersten Erdschichten als Continente und Gebirgsketten. Unsere Kenntniß von der Urzeit der physikalischen Weltgeschichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daseiende als etwas Werdendes zu schildern †).

Wo demnach der Causalzusammenhang der Erscheinungen noch nicht hat vollständig erkannt werden können, ist die Lehre vom Kosmos oder die physische Weltbeschreibung nicht eine abgesonderte Disciplin aus dem Gebiet der Naturwissenschaften. Sie umfaßt vielmehr dieses ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmlischen und der

---

*) Die Erklärung not to take gravity for an essential property of bodies, welche Newton im Second advertisement giebt, contrastirt mit den Attractions- und Repulsions-Kräften, welche er allen Massentheilchen (molécules) zuschreibt, um nach der Emissions-Theorie die Phänomene der Brechung und Zurückwerfung der Lichtstrahlen von spiegelnden Flächen „vor der wirklichen Berührung" zu erklären. (Newton, Opticks Book II. Prop. 8 p. 241 und Brewster a. a. O. p. 301.) Nach Kant (s. die Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft 1800 S. 28) kann die Existenz der Materie nicht gedacht werden, ohne diese Kräfte der Anziehung und Abstoßung. Alle physischen Erscheinungen sind deshalb nach ihm wie nach dem früheren Goodwin Knight (Philos. Transact. 1748 p. 264) auf den Conflict der zwei Grundkräfte zurückzuführen. In den atomistischen Systemen, die Kant's dynamischen Ansichten diametral entgegengesetzt sind, wurde nach einer Annahme, welche besonders durch Lavoisier sich weit verbreitete, die Anziehungskraft den discreten starren Grundkörperchen (molécules), aus denen alle Körper bestehen sollen; die Abstoßungskraft aber den Wärmestoff-Atmosphären, welche die Grundkörperchen umgeben, zugeschrieben. In dieser Hypothese, welche den sogenannten Wärmestoff als eine stetig ausgedehnte Materie betrachtet, werden demnach zweierlei Materien, d. i. zweierlei Elementarstoffe, wie in der Mythe von zwei Aether-Arten (Newton, Opt. Query 28 p. 339), angenommen. Man fragt dann, was wiederum jene Wärme-Materie ausdehnt? Betrachtungen über die Dichtigkeit der molécules in Vergleich mit der Dichtigkeit ihrer Aggregate (der ganzen Körper) leiten nach atomistischen Hypothesen zu dem Resultate: daß der Abstand der Grundkörperchen von einander weit größer als ihr Durchmesser ist.

†) Kosmos Buch I. S. 44–46.

tellurischen; aber sie umfaßt sie unter dem einigen Gesichtspunkte des Strebens nach der Erkenntniß eines Weltganzen *). Wie „bei der Darstellung des Geschehenen in der moralischen und politischen Sphäre der Geschichtsforscher †) nach menschlicher Ansicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erspähen, sondern nur an den Ideen erahnden kann, durch die sie sich offenbaren;" so durchdringt auch den Naturforscher bei der Darstellung der kosmischen Verhältnisse ein inniges Bewußtsein, daß die Zahl der welttreibenden, der gestaltenden und schaffenden Kräfte keinesweges durch das erschöpft ist, was sich bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erscheinungen ergeben hat.

A.

Ergebnisse der Beobachtung

aus dem uranologischen Theile der physischen Weltbeschreibung.

Wir beginnen wieder mit den Tiefen des Weltraumes und den fernen Sporaden der Sternschwärme, welche dem telescopischen Sehen als schwach aufglimmende Nebelflecke erscheinen. Stufenweise steigen wir herab zu den um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisenden, oft zweifarbigen Doppelsternen; zu den näheren Sternschichten, deren eine unser Planetensystem zu umschließen scheint; durch dieses Planetensystem zu dem luft- und meerumflossenen Erdsphäroid, das wir bewohnen. Es ist schon in dem Eingange des allgemeinen Naturgemäldes ‡) angedeutet worden, daß dieser Ideengang dem eigentlichen Charakter eines Werkes über den Kosmos allein angemessen ist: da hier nicht, den Bedürfnissen unmittelbarer sinnlicher Anschauung entsprechend, von dem heimischen, durch organische Kräfte auf seiner Oberfläche belebten, irdischen Wohnsitze begonnen und von den scheinbaren Bewegungen der Weltkörper zu den wirklichen übergegangen werden kann.

Das uranologische Gebiet, dem tellurischen entgegengesetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Astrognosie oder den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnen- und Planetensystem umfaßt. Wie unvollkommen und ungenügend eine solche Nomenclatur, die Bezeichnung solcher Abtheilungen ist, braucht hier nicht wiederholt entwickelt zu werden. Es sind in den Naturwissenschaften Namen eingeführt worden, ehe man die Verschiedenartigkeit der Objecte und ihre strengere Begrenzung hinlänglich kannte ||). Das wichtigste bleibt die Verkettung der Ideen und die Anreihung, nach der die Objecte behandelt werden sollen. Neuerungen in den Namen der Gruppen, Ablenkung vielgebrauchter Namen von ihrer bisherigen Bedeutung wirken entfremdend und zugleich Verwirrung erregend.

a. Astrognosie (Fixsternhimmel).

Nichts ist ruhend im Weltraum; auch die Fixsterne sind es nicht: wie zuerst Halley ¶) an Sirius, Arcturus und Aldebaran darzuthun versuchte, und die neuere Zeit unwidersprechlich bei vielen erwiesen hat. Der helle Stern im Ochsenhüter Arcturus hat in den 2100 Jahren (seit Aristillus und Hipparch), die er beobachtet wird, um drittehalb Voll-

*) A. a. O. Buch I. S. 23, 25 und 27.
†) Wilhelm von Humboldt, gesammelte Werke Bd. I. S. 23.
‡) Kosmos Buch I. S. 36 und 38
||) A. a. O. Buch I. S. 27.
¶) Halley in den Philos. Transact. for 1717 Vol XXX p. 736.

mond-Breiten seinen Ort verändert gegen die benachbarten schwächeren Sterne. Encke bemerkt, „daß der Stern μ in der Cassiopeja um 3½, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmond-Breiten von ihrer Stelle gerückt erschienen sein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug gewesen wären, um es anzuzeigen." Schlüsse, auf Analogien gegründet, berechtigen zu der Vermuthung, daß überall fortschreitende und auch wohl rotirende Bewegung ist. Der Name Fixstern leitet auf irrige Voraussetzungen: man mag ihn in seiner ersten Deutung bei den Griechen auf das Eingeheftet-Sein in den krystallenen Himmel, oder nach späterer, mehr römischer Deutung auf das Feste, Ruhende beziehen. Eine dieser Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechischen Alterthum, wenigstens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ionischen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alcmäon, wurden alle Gestirne eingetheilt in wandelnde (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά) und in nicht wandelnde, feste Sterne (ἀπλανεῖς ἀστέρες oder ἀπλανῆ ἄστρα *). Neben dieser allgemein gebrauchten Benennung der Fixsterne, welche Macrobius im Somnium Scipionis durch Sphaera aplanis latinisirt †), findet sich bei Aristoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixsterne der Name eingehefteter Gestirne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, statt ἀπλανῆ ‡). Aus dieser Wortform sind entstanden: bei Cicero sidera infixa coelo; bei Plinius stellas, quas putamus affixas; ja bei Manilius astra fixa, ganz wie unsere Fixsterne ||). Die Idee des Eingeheftet-Seins leitete auf den Nebenbegriff der Unbeweglichkeit, des fest an einer Stelle Bleibens; und so wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateinischen Uebersetzungen, die ursprüngliche Bedeutung des Worts infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt, und die Idee der Unbeweglichkeit allein festgehalten. Den Anstoß dazu finden wir schon in der sehr rhetorischen Stelle des Seneca (Nat. Quaest. VII, 24) über die Möglichkeit neue Planten zu entdecken: credis autem in hoc maximo et pulcherrimo corpore inter innumerabiles stellas, quae noctem decore vario distinguunt, quae aëra minime vacuum et inertem esse patiuntur, quinque solas esse, quibus exercere se liceat; *ceteras stare, fixum et immobilem populum?* Dies stille, unbewegliche Volk ist nirgends zu finden.

Um die Hauptresultate wirklicher Beobachtung und die Schlüsse oder Vermuthungen, zu welchen diese Beobachtungen führen, bequem in Gruppen zu vertheilen, sondere ich in der astrognostischen Sphäre der Weltbeschreibung von einander ab:

1) die Betrachtungen über den Weltraum und was ihn zu erfüllen scheint;

2) das natürliche und telescopische Sehen, das Funkeln der Gestirne, die Geschwindigkeit des Lichts und die photometrischen Versuche über die Intensität des Sternenlichtes;

3) die Zahl, Vertheilung und Farbe der Sterne; die Sternhaufen (Sternschwärme) und die Milchstraße, die mit wenigen Nebelflecken gemengt ist;

4) die neuerschienenen und die verschwundenen Sterne, die periodisch veränderlichen;

5) die eigene Bewegung der Fixsterne, die problematische Existenz dunkeler Weltkörper, die Parallaxe und gemessene Entfernung einiger Fixsterne;

---

*) Pseudo-Plut. de plac. Philos. II, 15–16; Stob. Eclog. phys. p. 582; Plato im Tim. p. 40.

†) Macrob. Somn. Scip. I, 9–10; stellae inerrantes bei Cicero de nat. deorum III, 20.

‡) Die Hauptstelle für den technischen Ausdruck ἐνδεδεμένα ἄστρα ist Aristot. de Coelo II, 8 p. 289 lin. 34, p. 290 lin. 19 Bekker. Es hatte diese Veränderung der Nomenclatur schon früher bei meinen Untersuchungen über die Optik des Ptolemäus und seine Versuche über die Strahlenbrechung meine Aufmerksamkeit lebhaft auf sich gezogen. Herr Professor Franz, dessen philologische Gelehrsamkeit ich oft und gern benutze, erinnert, daß auch Ptolemäus (Syntax. VII, 1) von den Fixsternen sagt: ὥσπερ προσπεφυκότες, wie angeheftet. Ueber den Ausdruck σφαῖρα ἀπλανής (orbis inerrans) bemerkt Ptolemäus tadelnd: „in so fern die Sterne ihre Abstände stets zu einander bewahren, können wir sie mit Recht ἀπλανεῖς nennen; in so fern aber die ganze Sphäre, in welcher sie gleichsam angewachsen ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat, ist die Benennung ἀπλανής für die Sphäre wenig passend."

||) Cicero de nat. deor. I, 13; Plin. II, 6 und 24; Manilius II, 35.

6) die **Doppelsterne** und die Zeit ihres **Umlaufs** um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt;

7) die **Nebelflecke**, welche in den **Magellanischen Wolken** mit vielen Sternhaufen vermischt sind, die schwarzen Flecke (Kohlensäcke) am Himmelsgewölbe.

I.

Der Weltraum, und Vermuthungen über das, was den Weltraum zwischen den Gestirnen zu erfüllen scheint.

Man ist geneigt, die physische Weltbeschreibung, wenn sie von dem anhebt, was die fernsten Himmelsräume zwischen den geballten Weltkörpern ausfüllt und unseren Organen unerreichbar bleibt, mit den mythischen Anfängen der Weltgeschichte zu vergleichen. In der unendlichen Zeit wie im unendlichen Raume erscheint alles in ungewissem, oft täuschendem Dämmerlichte. Die Phantasie ist dann zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu schöpfen und den unbestimmten, wechselnden Gestalten Umriß und Dauer zu geben *). Ein solches Geständniß kann genügen, denke ich, um vor dem Vorwurf zu bewahren, das, was durch unmittelbare Beobachtung oder Messung zu einer mathematischen Gewißheit erhoben worden, mit dem zu vermischen, was auf sehr unvollständige Induction gegründet ist. Wilde Träume gehören in die Romantik der physischen Astronomie. Ein durch wissenschaftliche Arbeiten geübter Sinn verweilt aber gern bei solchen Fragen, welche, in genauem Zusammenhange mit dem dermaligen Zustande unseres Wissens, wie mit den Hoffnungen, welche dieser Zustand erregt, schon von den ausgezeichnetsten Astronomen unserer Zeit einer ernsten Erörtung werth gehalten worden sind.

Durch den Einfluß der Gravitation oder allgemeinen Schwere, durch Licht und strahlende Wärme †) stehen wir, wie man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen kann, in Verkehr nicht bloß mit unserer Sonne, sondern auch mit allen anderen leuchtenden Sonnen des Firmaments. Die wichtige Entdeckung von dem Widerstande, welchen ein, den Weltraum füllendes Fluidum einem Cometen von fünfjähriger Umlaufszeit meßbar entgegensetzt, hat sich durch die genaue Uebereinstimmung der numerischen Verhältnisse vollständig bewährt. Auf Analogien gegründete Schlüsse können einen Theil der weiten Kluft ausfüllen, welche die sicheren Resultate einer mathematischen Naturphilosophie von den Ahndungen trennt, die auf die Aeußersten, und darum sehr nebeligen und öden Grenzen aller wissenschaftlichen Gedankenentwickelung gerichtet sind.

Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Aristoteles bezweifelt ward ‡), folgt seine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile sind meßbar geworden; und die, alle unsere Fassungskraft überschreitenden Resultate der Messung werden gern von denen zusammengestellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wähnen, durch staunen- und schreckenerregende Bilder physischer Größe den Eindruck der Erhabenheit astronomischer Studien vorzugsweise zu erhöhen. Die Entfernung des 61ten Sterns des Schwans von der Sonne ist 657000 Halbmesser der Erdbahn; und das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um diese Entfernung zu durchlaufen, während es in 8′ 17″,78 von der Sonne zur Erde gelangt. Sir John Herschel vermuthet nach einer sinnreichen Combination photometrischer Schätzungen ||), daß Sterne des großen Ringes der Milchstraße, die er im 20füßigen Telescop aufglimmen sah, wären es neu entstandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den ersten Lichtstrahl zuzusenden.

---

*) **Kosmos** Buch I S. 41. (Vergl. die vortrefflichen Betrachtungen von Encke über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 7.)

†) **Kosmos** Buch I. S. 78.

‡) **Aristot.** de Coelo I, 7 p. 276 Bekker.

||) Sir John **Herschel**, Outlines of Astronomy 1849 § 803 p. 541.

Alle Versuche, solche numerischen Verhältnisse anschaulich zu machen, scheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch sie gemessen werden sollen, oder an der Größe der Zahl aus den Wiederholungen dieser Einheit. Bessel sagt sehr wahr *), daß „die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, nicht anschaulicher für uns ist als die Entfernung, die es in zehn Jahren zurücklegt. Dazu verfehlt ihren Zweck jede Bemühung, eine Größe zu versinnlichen, welche alle auf der Erde zugänglichen weit überschreitet.“ Die unsere Fassungskraft bedrängende Macht der Zahlen bietet sich uns in den kleinsten Organismen des Thierlebens wie in der Milchstraße der selbstleuchtenden Sonnen dar, die wir Fixsterne nennen. Welche Masse von Polythalamien schließt nicht nach Ehrenberg eine dünne Kreideschicht ein! Von der microscopischen Galionella distans enthält ein Cubikzoll nach diesem großen Naturforscher in der 40 Fuß hohen Bergkuppe des Biliner Polirschiefers 41000 Millionen Einzelthiere. Von Galionella ferruginea enthält der Cubikzoll über 1 Billion 750,000 Millionen Individuen †). Solche Schätzungen erinnern an den Arenarius (ψαμμίτης) des Archimedes, an die Sandkörner, welche den Weltraum ausfüllen könnten! Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszusprechenden Zahlen und räumlicher Größe von Dauer und langen Zeitperioden den Menschen an seine Kleinheit, an seine physische Schwäche, an das Ephemere seiner Existenz; so erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtsein, durch Anwendung und glückliche Selbstentwickelung der Intelligenz schon so Vieles und so Wichtiges von der Gesetzmäßigkeit der Natur, von der siderischen Weltordnung erforscht zu haben.

Wenn die Welträume, welche die Gestirne von einander trennen, nicht leer ‡), sondern mit irgend einer Materie gefüllt sind, wie nicht bloß die Fortpflanzung des Lichtes, sondern auch eine besondere Art seiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Enckischen Cometen wirkende widerstehende (hemmende) Mittel, und die Verdunstung zahlreicher und mächtiger Cometenschweife zu beweisen scheinen; so müssen wir aus Vorsicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbestimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmische (nicht selbstleuchtende) Materie, und Weltäther, die letztere, uns aus dem frühesten süd- und west-asiatischen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieselben Ideen bezeichnet hat. Bei den indischen Naturphilosophen gehört der Aether (âkâ'sa) zum Fünfthum (pantschatâ); d. h. er ist eins von den fünf Elementen: ein Fluidum unendlicher Feinheit, welches das Universum, das ganze Weltall, durchdringt, sowohl der Anreger des Lebens als das Fortpflanzungsmittel des Schalles ||). Etymologisch bedeutet âkâ'sa nach Bopp „leuchtend, glänzend, und steht demnach in seiner Grundbedeutung dem Aether der Griechen so nahe, als leuchten dem brennen steht.“

Dieser Aether (αἰθήρ) war nach den Dogmen der ionischen Naturphilosophie, nach Anaxagoras und Empedocles, von der eigentlichen, gröberen (dichteren), mit Dünsten gefüllten Luft (ἀήρ), die den Erdkreis umgiebt „und vielleicht bis zum Monde reicht,“ ganz verschieden. Er war „feuriger Natur, eine reine Feuerluft, hellstrahlend ¶), von großer Feinheit (Dünne) und ewiger Heiterkeit.“ Mit dieser Definition stimmt vollkommen die etymolo-

*) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 50.

†) Ehrenberg in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 59, in den Infusionsthieren S. 170.

‡) Schon Aristoteles (Phys. Auscult. IV, 6 bis 10 pag. 213–217 Bekker) beweist gegen Leucipp und Democrit, daß es in der Welt keinen nicht erfüllten Raum, kein Leeres giebt.

||) „Akâ'sa ist nach Wilson's Sanskrit-Wörterbuch the subtle and aetherial fluid, supposed to fill and pervade the Universe, and to be the peculiar vehicle of life and sound. Das Wort âkâ'sa (leuchtend, glänzend) kommt von der Wurzel kâ's, leuchten, in Verbindung mit der Präposition â. Das Fünfthum aller Elemente heißt pantschatâ oder pantschatra, und der Todte wird sonderbar genug erlangtes Fünfthum habend (prâpta-pantschatra), d. i. in die fünf Elemente aufgelöst, genannt. So im Text des Amarakoscha, Amarasinha's Wörterbuchs.“ (Bopp.) — Von den fünf Elementen handelt Colebrooke's vortreffliche Abhandlung über die Sânkhya-Philosophie in den Transact. of the Asiat. Soc. Vol. I. Lond. 1827 p. 31. Auch Strabo erwähnt schon nach Megasthenes (XV § 59 pag. 713 Cas.) des alles gestaltenden fünften Elements der Inder, ohne es jedoch zu nennen.

¶) Empedocles v. 216 nennt den Aether παμφανόων, d. h. strahlend, also selbstleuchtend.

gische Ableitung von brennen (αἴθειν): die später sonderbar genug aus Vorliebe für mechanische Ansichten, wegen des beständigen Umschwunges und Kreislaufes, von Plato und Aristoteles wortspielend in eine andere (ἀεὶ θεῖν) umgewandelt wurde *). Der Begriff der Feinheit und Dünne des hohen Aethers scheint nicht etwa Folge der Kenntniß reiner, von schweren Erddünsten mehr befreiter Bergluft, oder gar der mit der Höhe abnehmenden Dichte der Luftschichten gewesen zu sein. In so fern die Elemente der Alten weniger Stoffverschiedenheiten oder gar Einfachheit (Unzerlegbarkeit) von Stoffen als Zustände der Materie ausdrücken, wurzelt der Begriff des hohen Aethers (der feurigen Himmelsluft) in dem ersten und normalen Gegensatze von schwer und leicht, von unten und oben, von Erde und Feuer. Zwischen diesen Extremen liegen zwei mittlere Elementar-Zustände: Wasser, der schweren Erde; Luft, dem leichten Feuer näher †).

Der Aether des Empedocles hat als ein den Weltraum füllendes Mittel nur durch Feinheit und Dünne Analogie mit dem Aether, durch dessen Transversal-Schwingungen die neuere Physik die Fortpflanzung des Lichtes und alle Eigenschaften desselben (doppelte Brechung, Polarisation, Interferenz) so glücklich nach rein mathematischer Gedankenentwickelung erklärt. In der Naturphilosophie des Aristoteles wird dazu noch gelehrt, daß der ätherische Stoff alle lebendigen Organismen der Erde, Pflanzen und Thiere, durchdringe; daß er in ihnen das Princip der Lebenswärme, ja der Keim eines seelischen Princips werde, welches unvermischt mit dem Körper die Menschen zur Selbstthätigkeit anfache ‡). Diese Phantasien ziehen den Aether aus dem höheren Weltraum in die irdische Sphäre herab; sie zeigen ihn als eine überaus feine, den Luftkreis und starre Körper continuirlich durchdringende Substanz: ganz wie den schwingenden Licht-Aether bei Huygens, Hooke und den jetzigen Physikern. Was aber zunächst beide Hypothesen des Aethers, die ältere ionische und die neuere, von einander unterscheidet, ist die ursprüngliche, wenn auch von Aristoteles nicht ganz getheilte, Annahme des Selbstleuchtens. Die hohe Feuerluft des Empedocles wird ausdrücklich hellstrahlend (παμφανόων) genannt und bei gewissen Erscheinungen von den Erdbewohnern durch Spalten und Risse (χάσματα), die in dem Firmamente sich bilden, in Feuerglanz gesehen ||).

Bei dem jetzt so vielfach erforschten innigen Verkehr zwischen Licht, Wärme, Electricität

*) Plato, Cratyl. 410 B, wo ἀειθεὴρ vorkommt. Aristot. de Coelo I, 3 pag. 270 Bekk. gegen Anaxagoras: αἰθέρα προςωνόμασαν τὸν ἀνωτάτω τόπον, ἀπὸ τοῦ θεῖν ἀεὶ τὸν ἀΐδιον χρόνον θέμενοι τὴν ἐπωνυμίαν αὐτῷ. Ἀναξαγόρας δὲ κατακέχρηται τῷ ὀνόματι τούτῳ οὐ καλῶς· ὀνομάζει γὰρ αἰθέρα ἀντὶ πυρός. Umständlicher heißt es in Aristot. Meteor. I, 3 pag. 339 lin. 21–34 Bekk.: „Der sogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaxagoras mit dem Feuer zu identifiziren scheint; denn die obere Region sei voll Feuer; und jener hielt es mit dieser Region so, daß er sie für Aether ansah; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper scheinen die Alten für etwas von Natur Göttliches angesehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Substanz, welche bei uns nichts vergleichbares hat. Diejenigen aber, welche den umgebenden Raum, nicht bloß die darin sich bewegenden Körper, für Feuer, und, was zwischen Erde und den Gestirnen ist, für Luft halten, würden von diesem kindischen Wahn wohl ablassen, wenn sie die Resultate der neueren Forschungen der Mathematiker genau betrachten wollten." (Eben diese Etymologie des Wortes vom schnellen Umlaufe wiederholt der aristotelische oder stoische Verfasser des Buches de Mundo cap. 2 pag. 392 Bekk.) Professor Franz hat mit Recht bemerkt: „daß das Wortspiel von dem im ewigen Lauf begriffenen Körper (σῶμα ἀεὶ θέον) und vom Göttlichen (θεῖον), dessen die Meteorologica erwähnen, auffallend bezeichnend sei für die griechische Phantasie, und ein Zeugniß mehr gebe für die so wenig glückliche Behandlung der Etymologik bei den Alten." — Prof. Buschmann macht auf ein Sanskritwort âschtra für Aether, Luftkreis, aufmerksam, das dem griechischen αἰθήρ sehr ähnlich sieht, und schon von Vans Kennedy mit ihm zusammengestellt worden ist (s. dessen Researches into the origin and affinity of the principal languages of Asia and Europe 1828 p. 279); es läßt sich auch für dieses Wort eine Wurzel (as, asch) anführen, welcher von den Indern die Bedeutung von glänzen, leuchten beigelegt wird.

†) Aristot. de Coelo IV, 1 und 3–4 pag. 308 und 311–312 Bekk. Wenn der Stagirite dem Aether den Namen eines fünften Elements versagt, was freilich Ritter, (Geschichte der Philosophie Th. III. S. 259) und Martin (Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 150) läugnen; so ist es nur, weil nach ihm dem Aether, als Zustand der Materie, ein Gegensatz fehlt. (Vergl. Biese, Philosophie des Aristoteles Bd. II. S. 66.) Bei den Pythagoreern ward der Aether als ein fünftes Element durch den fünften der regelmäßigen Körper, das aus 12 Pentagonen zusammengesetzte Dodecaëder, vorgestellt (Martin T. II. p. 245–250.)

‡) Siehe die Beweisstellen gesammelt bei Biese Bd. II. S. 93.

||) Kosmos Buch I. S. 76 Anm. 3.

und Magnetismus wird es für wahrscheinlich gehalten, daß, wie die Transversal-Schwingungen des den Weltraum erfüllenden Aethers die Erscheinungen des Lichtes erzeugen, die thermischen und electro-magnetischen Erscheinungen auf analogen Bewegungsarten (Strömungen) beruhen. Große Entdeckungen über diese Gegenstände bleiben der Zukunft vorbehalten. Das Licht und die, von diesem unzertrennliche, strahlende Wärme sind für die nicht selbstleuchtenden Weltkörper, für die Oberfläche unseres Planeten eine Hauptursach aller Bewegung und alles organischen Lebens *). Selbst fern von der Oberfläche, im Inneren der Erdrinde, ruft die eindringende Wärme electro-magnetische Strömungen hervor, welche auf Stoff-Verbindungen und Stoff-Zersetzungen, auf alle gestaltende Thätigkeit im Mineralreiche, auf die Störung des Gleichgewichts in der Atmosphäre, wie auf die Functionen vegetabilischer und animalischer Organismen ihren anregenden Einfluß ausüben. Wenn in Strömungen bewegte Electricität magnetische Kräfte entwickelt, wenn nach einer früheren Hypothese von Sir William Herschel †) die Sonne selbst sich in dem Zustande „eines perpetuirlichen Nordlichts" (ich würde sagen eines electro-magnetischen Gewitters) befände; so wäre es nicht ungeeignet, zu vermuthen, daß auch in dem Weltraume das durch Aetherschwingungen fortgepflanzte Sonnenlicht von electro-magnetischen Strömungen begleitet sei.

Unmittelbare Beobachtung der periodischen Veränderung in der Declination, Inclination und Intensität hat freilich bisher in dem Erdmagnetismus bei den verschiedenen Stellungen der Sonne oder des uns nahen Mondes keinen Einfluß mit Sicherheit offenbart. Die magnetische Polarität der Erde zeigt nicht Gegensätze, welche sich auf die Sonne beziehen und welche die Vorrückung der Nachtgleichen bemerkbar ‡) afficirt. Nur die merkwürdige drehende oder schwingende Bewegung des ausströmenden Lichtkegels des Halley'schen Cometen, welche Bessel vom 12. zum 22. October 1835 beobachtete und zu deuten versuchte, hatte diesen großen Astronomen von dem Dasein einer Polarkraft, „von der Wirkung einer Kraft überzeugt, welche von der Gravitation oder gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verschieden sei: weil diejenigen Theile des Cometen, welche den Schweif bilden, die Wirkung einer abstoßenden Kraft des Sonnenkörpers ||) erfahren." Auch der prachtvolle Comet von 1744, den Heinsius beschrieben, hatte bei meinem verewigten Freunde zu ähnlichen Vermuthungen Anlaß gegeben.

Für minder problematisch als die electro-magnetischen Phänomene im Weltraum werden die Wirkungen der strahlenden Wärme gehalten. Die Temperatur des Weltraums ist nach Fourier und Poisson das Resultat der Wärmestrahlung der Sonne und aller Gestirne, vermindert durch die Absorption, welche die Wärme erleidet, indem sie den „mit Aether" gefüllten Raum durchläuft ¶). Dieser Sternenwärme geschieht schon bei den Alten (bei Griechen und Römern **) mehrfach Erwähnung: nicht bloß weil nach einer allgemein herrschenden Voraussetzung die Gestirne der Region des feurigen Aethers angehö-

---

*) Vergl. die schöne Stelle über den Einfluß der Sonnenstrahlen in John Herschel, Outlines of Astr. p. 237: „By the vivifying action of the sun's rays vegetables are enabled to draw support from inorganic matter and become, in their turn, the support of animals and of man, and the sources of those *great deposits of dynamical efficiency which are laid up for human use in our coal strata.* By them the waters of the sea are made to circulate in vapour through the air, and irrigate the land, producing springs and rivers. By them are produced all disturbances of the chemical equilibrium of the elements of nature, which, by a series of compositions and decompositions, give rise to new products, and originate a transfer of materials . . . . .

†) Philos. Transact. for 1795 Vol. LXXXV. p. 318; John Herschel, Outlines of Astr. p. 238; Kosmos Buch I. S. 96 und 97 Anm. †).

‡) Bessel in Schumacher's astr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 300 S. 201.

||) Bessel a. a. O. S. 186–192 und 229.

¶) Fourier, Théorie analytique de la Chaleur 1822 p. IX (Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 350, T. IV. 1817 p. 128, T. VI. 1817 p. 259, T. XIII. 1820 p. 418). — Numerische Schätzungen des Verlustes, welchen durch Absorption die Sternenwärme (chaleur stellaire) im Aether des Weltraumes erleidet, versucht Poisson, Théorie mathématique de la Chaleur § 196 p. 436, § 200 p. 447 und § 228 p. 521.

**) Ueber die wärmende Kraft der Sterne s. Aristot. Meteor. I, 3 pag. 340 lin. 28; und Seneca über die Höhe der Schichten des Luftkreises, welche das Minimum der Wärme haben, in Nat. Quaest. II. 10: „superiora enim aëris calorem vicinorum siderum sentiunt . . ."

ren, sondern weil sie selbst feuriger Natur*), ja nach der Lehre des Aristarch von Samos Fixsterne und Sonne Einer Natur sind. In der neuesten Zeit ist durch die zwei großen französischen Mathematiker, welche wir eben genannt, das Interesse für die ungefähre Bestimmung der Temperatur der Welträume um so lebhafter angeregt worden, als man endlich eingesehen hat, wie wichtig diese Bestimmung wegen Wärmestrahlung der Erdoberfläche gegen das Himmelsgewölbe für alle thermischen Verhältnisse, ja man darf sagen für die ganze Bewohnbarkeit unseres Planeten ist. Nach der analytischen Theorie der Wärme von Fourier ist die Temperatur des Weltraums (des espaces planétaires ou célestes) etwas unter der mittleren Temperatur der Pole, vielleicht selbst noch unter dem größten Kältegrade, welchen man bisher in den Polargegenden beobachtet hat. Fourier schätzt sie demnach auf —50° bis —60° Cent. (40° bis 48° Réaum. unter dem Gefrierpunkte). Der Eispol (pôle glacial), Punkt der größten Kälte, fällt eben so wenig mit dem Erdpole zusammen als der Wärme-Aequator (équateur thermal), der die wärmsten Punkte aller Meridiane verbindet, mit dem geographischen Aequator. Der nördliche Erdpol ist, aus der allmäligen Abnahme der Mittel-Temperaturen geschlossen, nach Arago —25°, wenn das Maximum der im Januar 1834 im Fort Reliance (Br. 62° 46′) von Capitän Back gemessenen Kälte —56°,6 (—45°,3 Réaum.) war†). Die niedrigste uns bekannte Temperatur, welche man bisher auf der Erde überhaupt wahrgenommen hat, ist wohl die zu Jakutsk (Br. 62° 2′) am 21. Januar 1838 von Neveroff beobachtete. Der in allen seinen Arbeiten so genaue Middendorff hatte die Instrumente des Beobachters mit den seinigen verglichen. Neveroff fand die Kälte des genannten Tages —60° Cent. (—48° R.)

Zu den vielen Gründen der Unsicherheit eines numerischen Resultats für den thermischen Zustand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag, das Mittel aus den Temperatur-Angaben der Eispole beider Hemisphären zu ziehen, da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entscheiden soll, noch so wenig bekannt sind. Die Behauptung Poisson's, daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmestrahlenden Sterne die verschiedenen Regionen des Weltraums eine sehr verschiedene Temparatur haben, und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnensystems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen seine innere Wärme erhalten habe‡); hat für mich eine sehr geringe physikalische Wahrscheinlichkeit.

Ob der Temperatur-Zustand des Weltraums, ob die Klimate der einzelnen Regionen desselben in dem Lauf der Jahrtausende großen Veränderungen ausgesetzt sind, hängt vorzüglich von der Lösung eines von Sir William Herschel lebhaft angeregten Problemes ab: sind die Nebelflecke fortschreitenden Gestaltungsprocessen unterworfen, indem sich in ihnen der Weltdunst um einen oder um mehrere Kerne, nach Attractions-Gesetzen, verdichtet? Durch eine solche Verdichtung des kosmischen Nebels nämlich muß, wie bei jedem Uebergange des Gasförmigen und Flüssigen zum Starren, Wärme entbunden werden‖). Wenn nach den neuesten Ansichten, nach den wichtigen Beobachtungen von Lord Rosse und

*) Plut. de plac. Philos. II, 13.

†) Arago sur la température du Pôle et des espaces célestes im Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 189 und pour 1834 p. 192; Saigey, Physique du Globe 1832 p. 60–78; Swanberg findet aus Discussionen über die Strahlenbrechung für die Temperatur des Weltraums —50°, 3 (Berzelius, Jahresbericht für 1830 S. 54); Arago aus Polar-Beobachtungen —56°, 7; Péclet —60°: Saigey durch die Wärme-Abnahme in der Atmosphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexico —65°, durch Thermometer-Messungen am Montblanc und bei der aërostatischen Reise von Gay-Lussac —77°; Sir John Herschel (Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223) —132° F., also —91° Cent. Wie Poisson, da die Mittel-Temperatur von Melville-Insel (Br. 74° 47′) schon —18°, 7 ist, für den Weltraum aus rein theoretischen Gründen, nach denen der Weltraum wärmer als die äußere Grenze der Atmosphäre sein soll (§ 227 p. 520), nur —13°, und dagegen Pouillet nach actinometrischen Versuchen (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. 1838 p. 25–65) gar —142° finden; muß Wunder nehmen und in diesen interessanten Speculationen das Vertrauen zu den bisher eingeschlagenen Wegen mindern.

‡) Poisson, Théorie mathém. de la Chaleur p. 438. Nach ihm hat die Erhärtung der Erdschichten von dem Centrum angefangen, und ist von diesem zur Oberfläche allmälig fortgeschritten; § 193 p. 429. (Vergl. auch Kosmos Buch I. S. 90.)

‖) Kosmos Buch I. S. 38 und 72.

[illegible]

Es mag auf den ersten Anblick gewagt erscheinen, eine so grausenvoll niedrige Temperatur des Weltraums, welche zwischen dem Gefrierpunkt des Quecksilbers und dem des Weingeistes liegt, den bewohnbaren Klimaten der Erdfläche, dem Pflanzen- und Thierleben, wenn auch nur mittelbar, wohlthätig zu nennen: aber um die Richtigkeit des Ausdrucks zu begründen, braucht man nur an die Wirkung der Wärme-Ausstrahlung zu denken. Unsere durch den Sonnenkörper erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis selbst bis zu ihren obersten Schichten strahlen frei gegen den Himmelsraum. Der Wärme-Verlust, den sie erleiden, entsteht aus dem thermischen Unterschiede des Himmelsraums und der Luftschichten, aus der Schwäche der Gegenstrahlung. Wie ungeheuer* würde dieser Verlust sein, wenn der Weltraum, statt der Wärme, welche wir durch — 60° eines Quecksilber-Thermometers nach Centesimal-Graden bezeichnen, eine viel niedrigere, z. B. — 800°, oder gar eine mehrere tausendmal geringere Temperatur hätte!

Es bleibt uns übrig noch zwei Betrachtungen über das Dasein eines den Weltraum füllenden Fluidums zu entwickeln, von denen die eine, schwächer begründete, auf eine beschränkte Durchsichtigkeit des Weltraumes; die andere, auf unmittelbare Beobachtung gestützt und numerische Resulte liefernd, sich auf die regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Enckischen Cometen bezieht. Olbers in Bremen und, wie Struve bemerkt, achtzig Jahre früher Loys de Cheseaux in Genf†) machten auf das Dilemma aufmerksam: es müsse, da man sich in dem unendlichen Weltraume keinen Punkt denken könne, der nicht einen Fixstern, d. i. eine Sonne, darböte, entweder das ganze Himmelsgewölbe wenn das Licht vollständig ungeschwächt zu uns gelangte, so leuchtend als unsere Sonne erscheinen; oder, wenn dem nicht so sei, eine Lichtschwächung im Durchgang durch den Weltraum angenommen werden, eine Abnahme der Licht-Intensität in stärkerem Maaße als in dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Indem wir nun einen solchen den ganzen Himmel fast gleichförmig bedeckenden Lichtglanz, dessen auch Halley‡) nach einer von ihm verworfenen Hypothese gedenkt, nicht bemerken; so muß, nach Cheseaux, Olbers und Struve, der Weltraum keine vollkommene und absolute Durchsichtigkeit haben. Resultate, die Sir William Herschel aus Stern-Aichungen||) und aus sinnreichen Unter-

---

*) „Were no atmosphere, a thermometer, freely exposed (at sunset) to the heating influence of the earth's radiation, and the cooling power of its own into space, would indicate a medium temperature between that of the celestial spaces (— 132° Fahr. = — 91° Cent.) and that of the earth's surface below it (82° F. = 27°,7 Cent. at the equator, —3°, 5 F. = — 19°,5 Cent. in the Polar Sea). Under the equator, then, it would stand, on the average, at 25° F. = — 3°,9 Cent., and in the Polar Sea at 68° F. = — 55°,5 Cent. The presence of the atmosphere tends to prevent the thermometer so exposed from attaining these extreme low temperatures: first, by imparting heat by conduction; secondly by impeding radiation outwards." Sir John Herschel im Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223. — „Si la chaleur des espaces planétaires n'existait point, notre atmosphère éprouverait un refroidissement, dont on ne peut fixer la limite. Probablement la vie des plantes et des animaux serait impossible à la surface du globe ou reléguée dans une étroite zone de cette surface." Saigey, Physique du Globe p. 77.

†) Traité de la Comète de 1743, avec une Addition sur la force de la Lumière et sa Propagation dans l'éther, et sur la distance des étoiles fixes; par Loys de Cheseaux (1744). Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraums von Olbers in Bode's Jahrbuch für 1826 S. 110–121; Struve, Etudes d'Astr. stellaire 1847 p. 83–93 und Note 95. Vergl. auch Sir John Herschel, Outlines of Astr. § 798 und Kosmos Buch I. S. 76.

‡) Halley on the infinity of the Sphere of Fix'd Stars in den Philos. Transact. Vol. XXXI. for the Year 1720 p. 22–26.

||) Kosmos Buch I. S. 41.

suchungen über die raumdurchdringende Kraft seiner großen Fernröhre gezogen, scheinen zu begründen: daß, wenn das Licht des Sirius auf seinem Wege zu uns durch ein gasförmiges oder ätherisches Fluidum auch nur um $1/800$ geschwächt würde; diese Annahme, welche das Maaß der Dichtigkeit eines lichtschwächenden Fluidums gäbe, schon hinreichen könnte die Erscheinungen, wie sie sich darbieten, zu erklären. Unter den Zweifeln, welche der berühmte Verfasser der neuen Outlines of Astronomy gegen Olbers und Struve aufstellt, ist einer der wichtigsten, daß sein zwanzigfüßiges Telescop in dem größten Theile der Milchstraße, in beiden Hemisphären, ihm die kleinsten Sterne auf schwarzem Grunde projicirt*) zeigt.

Einen besseren und, wie schon oben gesagt, durch unmittelbare Beobachtung begründeten Beweis von dem Dasein eines widerstandleistenden, hemmenden Fluidums†) liefern der Encki'sche Comet und die scharfsinnigen, so wichtigen Schlußfolgen, auf welche derselbe meinen Freund geleitet hat. Das hemmende Mittel muß aber von dem alles durchdringenden Lichtäther verschieden gedacht werden: weil dasselbe nur Widerstand leisten kann, indem es das Starre nicht durchdringt. Die Beobachtungen erfordern zur Erklärung der verminderten Umlaufszeit (der verminderten großen Axe der Ellipse) eine Tangentialkraft, und die Annahme des widerstehenden Fluidums gewährt diese am directesten‡). Die größte Wirkung äußert sich in den nächsten 25 Tagen vor dem Durchgange des Cometen durch das Perihel, und in den 25 Tagen, welche auf den Durchgang folgen. Der Werth der Constante ist also etwas verschieden, weil nahe am Sonnenkörper die so dünnen, aber doch gravitirenden Schichten des hemmenden Fluidums dichter sind. Olbers||) behauptete, daß das Fluidum nicht in Ruhe sein könne, sondern rechtläufig um die Sonne rotire; und deßhalb müsse der Widerstand gegen rückläufige Cometen, wie der Halley'sche, ganz anders sein als gegen den rechtläufigen Encki'schen Cometen. Die Perturbations-Rechnungen bei Cometen von langem Umlaufe und die Verschiedenheit der Massen und Größen der Cometen verwickeln die Resultate, und verhüllen, was einzelnen Kräften zuzuschreiben sein könnte.

Die dunstartige Materie, welche den Ring des Thierkreislichtes bildet, ist, wie Sir John Herschel¶) sich ausdrückt, vielleicht nur der dichtere Theil des cometen-hemmenden Fluidums selbst. Wenn auch schon erwiesen wäre, daß alle Nebelflecke nur undeutlich gesehene, zusammengedrängte Sternschwärme sind; so steht doch wohl die Thatsache fest, daß eine Unzahl von Cometen durch das Verdunsten ihrer bis 14 Millionen Meilen langen Schweife den Weltraum mit Materie erfüllen. Arago hat aus optischen Gründen sinnreich gezeigt**), wie die veränderlichen Sterne, welche immer weißes Licht und in ihren periodischen Phasen nie eine Färbung zeigen, ein Mittel darbieten könnten, die obere Grenze der

---

*) „Throughout by far the larger portion of the extent of the Milky Way in both hemispheres, the *general blackness* of the ground of the heavens, on which its stars are projected, etc..... In those regions where that zone is clearly resolved into stars well separated and seen projected *on a black ground*, and where we look out beyond them into space..." Sir John Herschel, Outlines p. 537 und 539.

†) Kosmos Buch I. S. 40, 51 und Anm. †): Laplace, Essai philosophique sur les Probabilités 1825 p. 133; Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour 1832 p. 188, pour 1836 p. 216; John Herschel, Outlines of Astr. § 577.

‡) Die schwingende Bewegung der Ausströmungen am Kopf einiger Cometen, wie dieselbe an dem Cometen von 1744 und durch Bessel am Halley'schen Cometen zwischen dem 12. und 22. October 1835 beobachtet worden ist (Schumacher, astron. Nachr. No. 300–302 S. 185–232), „kann bei einzelnen Individuen dieser Classe von Weltkörpern allerdings auf die translatorische Bewegung und Rotation Einfluß haben, ja auf Polarkräfte schließen lassen (S. 201 und 229), welche von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne verschieden sind;" aber die schon seit 63 Jahren so regelmäßig sich offenbarende Beschleunigung der $3\frac{1}{3}$jährigen Umlaufszeit des Encki'schen Cometen darf doch wohl nicht als von einer Summe zufälliger Ausströmungen abhängig gedacht werden. Vergl. über diesen kosmisch wichtigen Gegenstand Bessel in Schum. astron. Nachr. No. 289 S. 6 und No. 310 S. 345–350 mit Encke's Abhandlung über die Hypothese des widerstehenden Mittels in Schum. No. 305 S. 265–274.

||) Olbers in Schum. astr. Nachr. No. 268 S. 58.

¶) Outl. of Astr. § 556 und 597.

**) „En assimilant la matière très rare qui remplit les espaces célestes quant à ses propriétés refringentes aux gas terrestres, la densité de cette matière ne saurait dépasser une certaine limite dont les observations des étoiles changeantes, p. e. celles d'Algol ou de β de Persée, peuvent assigner la valeur." Arago im Annuaire pour 1842 p. 336–345.

Dichtigkeit zu bestimmen, welche dem Weltäther zuzuschreiben ist, wenn man denselben in seinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdischen Flüssigkeiten gleich setzt.

Mit der Frage von der Existenz eines ätherischen Fluidums, welches die Welträume füllt, hängt auch die, von Wollaston *) so lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmosphäre zusammen: eine Begrenzung, welche in der Höhe stattfinden muß, wo die specifische Elasticität der Luft mit der Schwere in's Gleichgewicht kommt. Faraday's scharfsinnige Versuche über die Grenze einer Quecksilber-Atmosphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergeschlagene Quecksilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen scheinen) haben der Annahme einer bestimmten Oberfläche des Luftkreises, „gleich der Oberfläche der Meere," ein größeres Gewicht gegeben. Kann aus dem Weltraum sich etwas gasartiges unserem Luftkreise beimischen und meteorologische Veränderungen hervorbringen? Newton †) hat die Frage meist bejahend berührt. Wenn man Sternschnuppen und Meteorsteine für planetarische Asteroiden hält, so darf man wohl die Vermuthung wagen: daß mit den Strömen des sogenannten November-Phänomens ‡), wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternschnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlicht-Erscheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und electro-magnetische Processe anregen konnte.

II.

Natürliches und telescopisches Sehen. — Funkeln der Gestirne. — Geschwindigkeit des Lichtes. — Ergebnisse aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanschauung, ist erst seit drittehalb Jahrhunderten, durch künstliche, telescopische Steigerung seiner Sehkraft, das großartigste Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforschung der Gestaltung, physischen Beschaffenheit und Massen der Planeten sammt ihren Monden geworden. Das erste Fernrohr wurde 1608, sieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, construirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die sichelförmige Gestalt der Venus, der Saturnsring als Dreigestaltung eines Planeten, telescopische Sternschwärme und der Nebelfleck der Andromeda ||) entdeckt: als sich erst 1634 dem um die Längen-Beobachtungen so verdienten französischen Astronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinstruments zu befestigen und den Arcturus bei Tage aufzusuchen ¶). Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, wenn man nicht optische Werkzeuge mit astronomischen Instrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Messens in Verhältniß gesetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs ausgespannt, welche der Anwendung des letzteren erst ihren eigentlichen und zwar einen unschätzbaren Werth gab, wurde noch sechs Jahre später, erst 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne **) erfunden.

---

*) Wollaston in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herschel, Outl. § 34 und 36.

†) Newton, Princ. mathem. T. III. (1760) p. 671. „Vapores, qui ex sole et stellis fixis et *caudis cometarum* oriuntur, incidere *possunt* in atmosphaeras planetarum ...."

‡) Kosmos Buch I. S. 60 und 67.

||) Kosmos Buch II. S. 361–371 und Anmerk.

¶) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne *T. II p. 255, 269* und 272. Morin sagt selbst in seiner 1634 erschienenen Scientia longitudinum: applicatio tubi optici ad albidadam pro stellis fixis prompte et accurate mensurandis a me excogitata est. Picard bediente sich noch bis 1667 keines Fernrohrs am Mauerquadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig besuchte und die Genauigkeit seiner Höhenmessungen bewunderte (Baily, Catal. of stars p. 38), beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

**) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne fand, kaum 23 Jahr alt, den Tod in der Schlacht bei Mar-

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das telescopische Sehen, Erkennen und Messen nur 240 Jahre unseres astronomischen Wissens; so zählen wir, ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Chinesen zu gedenken, bloß von Timochares und Aristyllus an*) bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Gestirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden ist. Bei den vielen Störungen, welche in dieser langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeers umwohnen, der Fortschritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreises erlitten hat, muß man über das erstaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmsten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltsysteme, Tycho von der Vervollkommnung der praktischen Astronomie und ihren Methoden vor Erfindung des telescopischen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren sehr wahrscheinlich sich schon die Alten, mit Gewißheit die arabischen Astronomen bedienten, zum Absehen an Diоptern oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Hassan spricht sehr bestimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befestigt waren; auch wurde diese Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufsuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher sichtbar wurden als ohne dieselbe; so liegt, wie schon Arago bemerkt hat, die Ursach darin, daß die Röhre einen großen Theil des störenden diffusen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftschichten abhält, welche zwischen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben so hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des schwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den gesammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intensität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen scheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel bestrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geschieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Gestalt der Gestirne," irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung †), gedacht.

---

ston Moor, die Cromwell den königlichen Truppen lieferte (s. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. for 1717–1719 p. 603–610). Ihm gehört, was man lange Picard und Auzout zugeschrieben und was der beobachtenden Astronomie, deren Hauptgegenstand es ist, Orte am Himmelsgewölbe zu bestimmen, einen vorher unerreichten Aufschwung gegeben hat.

*) Kosmos Buch II. S. 282.

†) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III p. 138 Casaub.) die Ansicht des Posidonius zu widerlegen sucht, lautet nach den Handschriften also: „Das Bild der Sonne vergrößere sich auf den Meeren, eben so wohl beim Aufgang als beim Untergang, weil da in größerem Maaße die Ausdünstungen aus dem feuchten Element aufsteigen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünstungen sehe, empfange, wie wenn es durch Röhren sieht, gebrochen die Bilder in erweiterter Gestalt; und dasselbe geschehe, wenn es durch eine trockne und dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen sehe, in welchem Falle denn auch das Gestirn röthlich erscheine." Man hat diese Stelle noch ganz neuerdings für corrumpirt gehalten (Kramer in Strabonis Geogr. 1844 Vol. I. p. 211) und statt δι αὐλῶν δι ὑάλων (durch Glaskugeln) lesen wollen (Schneider, Eclog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der hohlen gläsernen, mit Wasser gefüllten Kugeln (Seneca I, 6) war den Alten allerdings so bekannt als die Wirkungen der Brenngläser oder Brennkrystalle (Aristoph. Nub. v. 765) und des Neronischen Smaragds (Plin. XXXVII, 5); aber zu astronomischen Meß-Instrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen. Vergl. Kosmos Buch II. S. 321 Anm. *). Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkanische Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Humboldt Recueil d'Observ. ast. Vol. I. p. 123). Obrist Baeyer hat bei vorbeiziehenden Nebelstreifen, ja bei geflissentlich erregten Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und also Arago's Versuche völlig bestätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemessen, vergleicht, findet keinen Unterschied, der 0'',017 erreicht. S. dessen Recherches sur la Parallaxe des étoiles 1848 p. 80 und 140–143; Struve, Etudes stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Absehen in den arabischen Instrumenten s. Jourdain sur l'Observatoire de Meragah p. 27 und A. Sédillot, Mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabische Astronomen haben auch das Verdienst, zuerst große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem colossalen Sextanten von Abu Mohammed al-Chokandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne selbst. „A midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le *tuyau* et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du Soleil. Cet instrument ne diffère de notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette." Sédillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöcherten Absehen (Dioptern, pinnulae) wurden bei den

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixsternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieselben Brechungs-Verhältnisse *). Aber die prismatischen Farbenbilder (Spectra) aus verschiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixsternen) zeigen eine Verschiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre), welche Wollaston 1808 zuerst entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre später mit so großer Genauigkeit bestimmt hat. Wenn dieser schon 600 dunkle Linien (eigentliche Lücken, Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, so stieg in der Arbeit von Sir David Brewster (1833) die Zahl der Linien bei den schönen Versuchen mit Stickstoff-Oxyd auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewissen Jahreszeiten bestimmte Linien im Farbenbilde fehlten; aber Brewster hat gezeigt, daß die Erscheinung Folge der verschiedenen Sonnenhöhe und der verschiedenen Absorption der Lichtstrahlen beim Durchgang durch die Atmosphäre ist. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken giebt, erkennt man, wie wohl zu vermuthen stand, alle Eigenthümlichkeiten des Sonnenspectrums. Dagegen sind die dunkeln Linien des Spectrums des Sirius von denen des Castor oder anderer Fixsterne verschieden. Castor zeigt selbst andere Linien als Pollux und Procyon. Amici hat diese, schon von Fraunhofer angedeuteten Unterschiede bestätigt, und scharfsinnig darauf aufmerksam gemacht, daß bei Fixsternen von jetzt gleichem, völlig weißen Lichte die dunklen Linien nicht dieselben sind. Es bleibt hier noch ein weites und wichtiges Feld künftigen Untersuchungen geöffnet †), um das sicher Aufgefundene von dem mehr Zufälligen, von der absorbirenden Wirkung der Luftschichten, zu trennen.

Einer anderen Erscheinung ist hier zu erwähnen, in welcher die specifische Eigenthümlichkeit der Lichtquelle einen mächtigen Einfluß äußert. Das Licht glühender fester Körper und das Licht des electrischen Funkens zeigen große Mannigfaltigkeit in der Zahl und Lage der dunkeln Wollaston'schen Linien. Nach den merkwürdigen Versuchen von Wheatstone mit Drehspiegeln soll auch das Licht der Reibungs-Electricität eine mindestens im Verhältniß von 3 zu 2 (das ist um volle 20980 geographische Meilen in Einer Zeitsecunde) größere Geschwindigkeit haben als das Sonnenlicht.

Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden sind, als zufällig das von den Fenstern des Palais du Luxembourg zurückstrahlende Licht der untergehenden Sonne den scharfsinnigen Malus (1808) zu seiner wichtigen Entdeckung ‡) der Polarisation leitete, hat, durch die tiefer ergründeten Erscheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huygen'schen) und der farbigen Polarisation, der Interferenz und der Diffraction, dem Forscher unerwartete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden ||), in die Constitution des Sonnenkörpers und seiner leuchtenden Hül-

---

Griechen und Arabern zu Bestimmung des Monddurchmessers dergestalt gebraucht, daß die circulare Oeffnung in der beweglichen Objectiv-Diopter größer als die der fest stehenden Ocular-Diopter war, und erstere so lange verschoben ward, bis die Mondscheibe, durch die Ocular-Oeffnung gesehen, die Objectiv-Oeffnung ausfüllte. Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 201 und Sédillot p. 198. Die Absehen mit runden oder Spaltöffnungen des Archimedes, welcher sich der Schattenrichtung von zwei kleinen, an derselben Alhidade befestigten Cylinder bediente, scheinen eine erst von Hipparch eingeführte Vorrichtung zu sein (Bailly, Hist. de l'Astr. mod. 2de éd. 1785 T. I. p. 480). Vergl. auch: Theon Alexandrin. Bas. 1538 p. 257 und 262; les Hypotyp. de Proclus Diadochus, ed. Halma 1820 p. 107 und 110; und Ptolem. Almag. ed. Halma T. I. Par. 1813 p. LVII.

*) Nach Arago, s. Moigno, Répert. d'Optique moderne 1847 p. 153.

†) Vergl. über das Verhalten der dunkeln Streifen des Sonnenbildes im Daguerreotype die Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. XIV, 1842 p. 902 bis 904 und T. XVI. 1843 p. 402–407.

‡) Kosmos Buch II. S. 370.

||) Für die wichtige Unterscheidung des eigenen und reflectirten Lichtes kann hier als Beispiel angeführt werden Arago's Untersuchung des Cometenlichtes. Durch Anwendung der von ihm 1811 entdeckten chromatischen Polarisation bewies die Erzeugung von Complementar-Farben, roth und grün, daß in dem Lichte des Halley'schen Cometen (1835) reflectirtes Sonnenlicht enthalten sei. Den früheren Versuchen, mittelst gleicher und ungleicher Intensität der Bilder im Polariscop das eigene Licht der Capella mit dem des plötzlich (Anfang Juli 1819) aus den Sonnenstrahlen heraustretenden glanzvollen Cometen zu vergleichen, habe ich selbst beigewohnt. (Annuaire du Bureau des Long. pour 1836 p. 232. Kosmos Buch I. S. 50 u. Anm. †). Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.)

len *) einzudringen, den Druck und den kleinsten Wassergehalt der Luftschichten zu messen, den Meeresboden und seine Klippen mittelst einer Turmalin-Platte †) zu erspähen, ja nach Newton's Vorgange die chemische ‡) Beschaffenheit (Mischung) mehrerer Substanzen ||) mit ihren optischen Wirkungen zu vergleichen. Es ist hinlänglich, die Namen Airy, Arago, Biot, Brewster, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herschel, Lloyd, Malus, Neumann, Plateau, Seebeck .... zu nennen, um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichsten Anwendungen des neu Entdeckten dem wissenschaftlichen Leser ins Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben diese wichtigen Bestrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariscop und die beobachtete Stellung farbiger Diffractions-Fransen (Folgen der Interferenz) sind vielfach gebrauchte Hülfsmittel der Erforschung geworden. Die **Meteorologie** hat auf dem neu gebahnten Wege nicht minder gewonnen als die **physische Astronomie**.

So verschieden auch die Sehkraft unter den Menschen ist, so giebt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge eine gewisse Mittelstufe organischer Fähigkeit, die bei dem älteren Geschlechte (bei Griechen und Römern) dieselbe wie heut zu Tage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tausend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Astronomen 7ter Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Sehkraft unsichtbar blieben. Die Plejadengruppe besteht: aus einem Stern 3ter Größe, Alcyone; aus zweien 4ter, Electra und Atlas; dreien 5ter: Merope, Maja und Taygeta; zweien 6ter und 7ter, Pejone und Celaeno; einem 7ter bis 8ter, Asterope; und vielen sehr kleinen telescopischen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung, denn bei den Alten wurden dieselben Namen theilweise anderen Sternen beigelegt. Nur die erstgenannten sechs Sterne 3ter, 4ter und 5ter Größe wurden mit Leichtigkeit gesehen ¶). Quae septem

*) Lettre de M. Arago à M. Alexandre de Humboldt 1840 p. 37: „A l'aide d'une polariscope de mon invention, je reconnus (avant 1820), que la lumière de tous les corps terrestres incandescents, *solides* ou *liquides*, est de la lumière naturelle, tant qu'elle émane du corps sous des incidences perpendiculaires. La lumière, au contraire, qui sort de la surface incandescente sous un angle aigu, offre des marques manifestes de polarisation. Je ne m'arrête pas à te rappeler ici, comment je déduisis de ce fait la conséquence curieuse, que la lumière ne s'engendre pas seulement á la surface des corps; qu'une portion naît *dans leur substance même*, cette substance fût-elle du platine. J'ai seulement besoin de dire qu'en répétant la même série d'épreuves et avec les mêmes instruments sur la lumière que lance une substance *gazeuse* enflammée, on ne lui trouve, *sous quelque inclinaison que ce soit*, aucun des caractères de la *lumière polarisée;* que la lumière des gaz, prise à la sortie de la surface enflammée, est de la lumière naturelle, ce qui n'empêche pas qu'elle ne se polarise ensuite complètement si on la soumet à des réflexions ou à des réfractions convenables. De là une méthode très simple pour découvrir à 40 millions de lieues de distance la nature du Soleil. La lumière provenant *du bord de cet astre*, la lumière émanée de la matière solaire *sous un angle aigu*, et nous arrivant sans avoir éprouvé en route des réflexions ou des réfractions sensibles, offre-t-elle des traces de polarisation, le Soleil est un corps *solide* ou *liquide*. S'il n'y a, au contraire, aucun indice de polarisation dans la lumière du bord, la *partie incandescente* du Soleil *est gazeuse*. C'est par cet enchaînement méthodique d'observations qu'on peut arriver à des notions exactes sur la constitution physique du Soleil." (Ueber die Umhüllungen der Sonne s. Arago im Annuaire pour 1846 p. 464.) Alle umständlichen optischen Erörterungen, die ich den gedruckten oder handschriftlichen Abhandlungen meines Freundes entlehne, gebe ich mit seinen eigenen Worten wieder, um Mißdeutungen zu vermeiden, welche bei dem Zurückübersetzen in die französische Sprache oder in viele andere Sprachen, in denen der Kosmos erscheint, durch das Schwankende der wissenschaftlichen Terminologie entstehen könnten.

†) Sur l'effet d'une lame de tourmaline taillée parallèlement aux arêtes du prisme servant, lorsqu' elle est convenablement située, à eliminer en totalité les rayons réfléchis par la surface de la mer et mêlés à la lumière provenant de l'écueil. S. Arago, Instructions de la Bonite in dem Annuaire pour 1836 p. 339–343.

‡) De la possibilité de déterminer les pouvoirs réfringents des corps d'après leur composition chimique (angewandt auf das Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff in der atmosphärischen Luft, auf den Wasserstoffgehalt im Ammoniak und im Wasser, auf die Kohlensäure, den Alkohol und den Diamant) s. Biot et Arago, Mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, März 1806; auch Mémoires mathém. et phys. de l'Institute T. VII. p. 327–346 und mein Mémoire sur les réfractions astronomiques dans la zone torride in dem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 115 und 122.

||) Expériences de Mr. Arago sur la puissance réfractive des corps diaphanes (de l'air sec et de l'air humide) par le déplacement des franges in Moigno, Répertoire d'Optique mod. 1847 p. 159–162.

¶) Um die Behauptung des Aratus, daß in den Plejaden nur sechs Sterne sichtbar sind, zu widerlegen, sagt Hipparch (ad Arati phaen. I. pag. 190 in Uranologio Petavii): „Dem Aratus ist ein Stern entgangen. Denn wenn man in einer heiteren und mondlosen Nacht sein Auge auf die Constellation scharf heftet, so erscheinen in derselben sieben Sterne: daher es wundersam scheinen kann, daß Attalus bei seiner Beschreibung der Plejaden ihm (dem Aratus) auch dieses

dici, sex tamen esse solent; sagt Ovidius (Fast. IV. 170). Man hielt eine der Atlas-Töchter, Merope, die einzige, die sich mit einem Sterblichen vermählt, für schaamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verschwunden. Sie ist wahrscheinlich der Stern fast 7ter Größe, welchen wir Celaeno nennen; denn Hipparch im Commentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich sieben Sterne erkenne. Man sah dann Celaeno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, steht dem Atlas, einem Stern 4ter Größe, zu nahe.

Der kleine Stern **Alcor**, unser **Reuterchen**, welcher nach Triesnecker in 11′ 48″ Entfernung von Mizar im Schwanz des großen Bären steht, ist nach Argelander 5ter Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saidak, der Prüfer, genannt: weil, wie der persische Astronom Kazwini *) sagt, „man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte." Ich habe Alcor mit unbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des großen Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regenlosen Küste von Cumana und auf den 12000 Fuß hohen Ebenen der Cordilleren in großer Deutlichkeit, nur selten und ungewisser in Europa und in den trockenen Luftschichten der nord-asiatischen Steppen erkannt. Die Grenze, innerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr möglich ist zwei sich sehr nahe stehende Objecte am Himmel von einander zu trennen, hängt, wie Mädler sehr richtig bemerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab. Die beiden mit α Capricorni bezeichneten Sterne 3ter und 4ter Größe werden in gegenseitiger Entfernung von 6½ Minute ohne Mühe als getrennt erkannt. Galle glaubt noch bei sehr heiterer Luft ε und 5 Lyrae in 3½ Minute Distanz mit bloßem Auge zu sondern, weil beide 4ter Größe sind.

Das **Ueberglänzen** durch die Strahlen des nahen Planeten ist auch die Hauptursach, warum die Jupiterstrabanten, welche aber nicht alle, wie man oft behauptet, einen Lichtglanz von Sternen 5ter Größe haben, dem unbewaffneten Auge unsichtbar bleiben. Nach neueren Schätzungen und Vergleichung meines Freundes, des Dr. Galle, mit nahe stehenden Sternen ist der dritte Trabant, der hellste, vielleicht 5ter bis 6ter Größe, während die anderen bei wechselnder Helligkeit 6ter bis 7ter Größe sind. Nur einzelne Beispiele werden angeführt, wo Personen von außerordentlicher Scharfsichtigkeit, d. h. solche, welche mit bloßen Augen schwächere Sterne als die 6ter Größe deutlich erkennen, einzelne Jupiters-

---

Versehen hat durchgehen lassen, als sei dessen Angabe in der Ordnung." Merope wird in den dem **Eratosthenes** zugeschriebenen **Catasterismen** (XXIII) die **unsichtbare**, παναφανής, genannt. Ueber einen muthmaßlichen Zusammenhang des Namens der Verschleierten (Tochter des Atlas) mit geographischen Mythen in der **Meropis** des Theopompus, wie mit dem **großen saturnischen** Continent des **Plutarch** und der Atlantis s. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I p. 170. Vergl. auch **Ideler**, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. 145, und in Hinsicht astronomischer Ortsbestimmung **Mädler**, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 36 und 166, wie **Bailey** in den Mem. of the Astr. Soc. Vol. XIII. p. 33.

*) **Ideler**, Stern-Namen, S. 19 und 25. — „On observe," sagt **Arago**, „qu'une lumière forte fait disparaître une lumière faible placée dans le voisinage. Quelle peut en être la cause? Il est possible physiologiquement que l'ébranlement communiqué à la rétine par la lumière forte s'étend au delà des points que lumière forte a frappés, et que cet ébranlement secondaire absorbe et neutralise en quelque sorte l'ébranlement provenant de la seconde et faible lumière. Mais sans entrer dans ces causes physiologiques, il y a une cause directe qu'on peut indiquer pour la disparition de la faible lumière: c'est que les rayons provenant de la grande n'ont pas seulement formé une image nette sur la *rétine*, mais se sont dispersés aussi sur toutes les *parties de cet organe à cause* des imperfections de transparence de la cornée. — Les rayons du corps plus brillant *a* en traversant la cornée se comportent comme en traversant un corps légèrement dépoli. Une partie de ces rayons réfractés régulièrement forme l'image même de *a*, l'autre partie *dispersée* éclaire la totalité de la rétine. C'est donc sur ce fond lumineux que se projette l'image de l'objet voisin *b*. Cette dernière image doit donc disparaître ou être affaiblie. De jour deux causes contribuent à l'affaiblissement des étoiles. L'une de ces causes c'est l'image distincte de cette portion de l'atmosphère comprise dans la direction de l'étoile (de la portion aérienne placée entre l'oeil et l'étoile) et sur laquelle l'image de l'étoile vient de se peindre; l'autre cause c'est la lumière diffuse provenant de la dispersion que les défauts de la cornée impriment aux rayons émanants de tous les points de l'atmosphère visible. *De nuit* les couches atmosphériques interposées entre l'oeil et l'étoile vers laquelle on vise, n'agissent pas; chaque étoile du firmament forme une image plus nette, mais une partie de leur lumière se trouve dispersée à cause du manque de diaphanité de la cornée. Le même raisonnement s'applique à une deuxième, troisième ..... millième étoile. La rétine se trouve donc éclairée en totalité par une lumière diffuse, proportionnelle au nombre de ces étoiles et à leur éclat. On conçoit par-là que cette somme de lumière diffuse affaiblisse ou fasse entièrement disparaître l'image de l'étoile vers laquelle on dirige la vue." (**Arago**, handschriftliche Aufsätze vom Jahr 1847.)

trabanten ohne Fernrohr gesehen haben. Die Angular-Entfernung des dritten, überaus hellen Trabanten ist vom Centrum des Planeten 4′ 42″; die des vierten, welcher nur ⅙ kleiner als der größte ist, 8′ 16″: und alle Jupitersmonde haben, wie Arago behauptet*), zuweilen auf gleicher Oberfläche ein intensiveres Licht, als der Planet; zuweilen erscheinen sie dagegen auf dem Jupiter als graue Flecken, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben. Die überdeckenden Strahlen und Schwänze, welche unserem Auge als von den Planeten und Fixsternen ausgehend erscheinen, und seit den frühesten Zeiten der Menschheit in bildlichen Darstellungen, besonders bei den Aegyptern, die glänzenden Himmelskörper bezeichnen (Hassenfratz erklärt sie für Brennlinien, intersections de deux caustiques, auf der Krystallinse), haben mindestens 5 bis 6 Minuten Länge.

„Das Bild der Sterne, die wir mit bloßen Augen sehen, ist durch divergirende Strahlen vergrößert; es nimmt durch diese Ausdehnung auf der Netzhaut einen größeren Raum ein, als wenn es in einem einzelnen Punkte concentrirt wäre. Der Nerveneindruck ist schwächer. Ein sehr dichter Sternschwarm, in welchem die einzelnen Sterne alle kaum 7ter Größe sind, kann dagegen dem unbewaffneten Auge sichtbar werden, weil die Bilder der vielen einzelnen Sterne sich auf der Netzhaut über einander legen und daher jeder sensible Punkt derselben, wie bei einem concentrirten Bilde, verstärkt angeregt wird †).“

---

*) Arago im Annuaire pour 1842 p. 284 und in den Comptes rendus T. XV. 1842 p. 750 (Schum. Astr. Nachr. No. 702). „In Bezug auf Ihre Vermuthungen über die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten,“ schreibt mir Herr Dr. Galle, „habe ich einige Schätzungen der Größe angestellt, jedoch gegen mein eigenes Erwarten gefunden, daß dieselben nicht 5ter Größe, sondern höchstens 6ter oder nur 7ter Größe sind. Bloß der hellste, dritte Trabant zeigte sich einem benachbarten Sterne 6ter Größe (den ich in einiger Entfernung vom Jupiter nur eben mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte) etwa gleich: so daß, mit Rücksicht auf den Schein des Jupiters, dieser Trabant vielleicht 5ter bis 6ter Größe geschätzt werden könnte, wenn er isolirt stände. Der 4te Trabant befand sich in seiner größten Elongation; ich konnte ihn aber nur 7ter Größe schätzen. Die Strahlen des Jupiter würden die Sichtbarkeit dieses Trabanten nicht hindern, wenn derselbe heller wäre. Nach Vergleichungen des Aldebaran mit dem benachbarten, deutlich als doppelt erkennbaren Stern ϑ Tauri (mit 5½ Minute Distanz) schätze ich für ein gewöhnliches Auge die Strahlung des Jupiters auf mindestens 5 bis 6 Minuten.“ Diese Schätzungen stimmen mit denen von Arago überein; dieser glaubt sogar, daß die falschen Strahlen bei einigen Personen das Doppelte betragen. Die mittleren Entfernungen der 4 Trabanten vom Centrum des Hauptplaneten sind bekanntlich 1′ 51″, 2′ 57″, 4′ 42″ und 8′ 16″. „Si nous supposons que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera pas impossible que les satellites soient de tems en tems aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Cela a suffi pour qu'un Satellite convenablement écarté de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire.“ Arago in den Comptes rendus T. XV. (1842) p. 751. — Als ein merkwürdiges Beispiel der Scharfsichtigkeit und großen Sensibilität der Netzhaut einzelner Individuen, welche mit unbewaffnetem Auge Jupiters-Trabanten sehen, kann ein 1837 in Breslau verstorbener Schneidermeister Schön angeführt werden, über den mir der gelehrte und thätige Director der dortigen Sternwarte, Herr von Boguslawski, interessante Mittheilungen gemacht hat. „Nachdem man sich mehrfach seit 1820 durch ernste Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren, mondlosen Nächten Schön die Stellung von Jupiterstrabanten, selbst von mehreren zugleich, richtig angab, und man ihm von den Ausstrahlungen und Sternschwänzen sprach, die Andere zu hindern schienen, ein Gleiches zu thun; äußerte Schön seine Verwunderung über jene hindernden Ausstrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwischen ihm und den Umstehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden, dem Schön seien Planeten und Fixsterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erschienen. Am besten sah er den dritten Trabanten: auch wohl den ersten, wenn er gerade in der größten Digression war; nie aber sah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günstiger Luft erschienen ihm die Trabanten bloß als schwache Lichtstreifen. Kleine Fixsterne, vielleicht wegen des funkelnden, minder ruhigen Lichtes, verwechselte er bei den Versuchen nie mit Trabanten. Einige Jahre vor seinem Tode klagte mir Schön, daß seine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupitersmonden reichten, und daß sie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzeln nur ihre Stelle als lichte, schwache Striche bezeichneten.“ Die eben erwähnten Versuche stimmen ganz mit dem, was längst über die relative Helligkeit der Jupiterstrabanten bekannt ist; denn Helligkeit und Qualität des Lichtes wirken bei Individuen von so großer Vollkommenheit und Sensibilität des Organs wahrscheinlich mehr als Abstand vom Hauptplaneten. Schön sah nie den 2ten und 4ten Trabanten. Jener ist der kleinste von allen: dieser nach dem 3ten allerdings der größte und fernste, aber periodisch von dunkler Färbung und gewöhnlich der lichtschwächste unter den Trabanten. Von dem 3ten und 1sten, die am besten und häufigsten mit unbewaffnetem Auge gesehen wurden, ist jener, der größte aller, in der Regel der hellste, und von sehr entschieden gelber Farbe; dieser, der 1ste, übertrifft bisweilen in der Intensität seines hellgelben Lichtes den Glanz des 3ten und viel größeren. (Mädler, Astron. 1846 S. 231–234 und 439.) Wie durch eigene Brechungs-Verhältnisse im Sehorgan entfernte leuchtende Punkte als lichte Streifen erscheinen können, zeigen Sturm und Airy in den Comptes rendus T. XX. p. 764–766.

†) „L'image *épanouie* d'une étoile de 7ème grandeur n'ébranle pas suffisamment la rétine: elle n'y fait pas naître une sensation appréciable de lumière.

Fernröhre und Telescope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, *facticen* Durchmesser. Nach den schönen Untersuchungen von William Herschel *) nehmen aber diese Durchmesser ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der scharfsinnige Beobachter schätzte den scheinbaren Durchmesser von Wega der Leier bei der ungeheuren Vergrößerung von 6500 Mal noch zu 0″,36. Bei terrestrischen Gegenständen bestimmt außer der Beleuchtung auch die *Form* des Gegenstandes die Größe des kleinsten Sehwinkels für das unbewaffnete Auge. Schon Adams hat sehr richtig bemerkt, daß eine dünne lange Stange viel weiter sichtbar ist als ein Quadrat, dessen Seite dem Durchmesser derselben gleich ist. Einen Strick sieht man weiter als einen Punkt, auch wenn beide gleichen Durchmesser haben. Arago hat durch Winkelmessung der von der Pariser Sternwarte aus sichtbaren fernen *Blitzableiter* den Einfluß der Gestaltung (des Umrisses der Bilder) vielfältigen Messungen unterworfen. In der Bestimmung des kleinstmöglichen optischen Sehwinkels, unter welchem irdische Objecte dem bloßen Auge erkenntlich sind, ist man seit Robert Hooke, der noch streng eine volle Minute festsetzte, bis Tobias Mayer, welcher 34″ für einen schwarzen Fleck auf weißem Papiere forderte, ja bis zu Leeuwenhoek's Spinnfäden (unter einem Winkel von 4″,7 bei sehr gewöhnlicher Sehkraft sichtbar), immer vermindernd fortgeschritten. In den neuesten, sehr genauen Versuchen Hueck's über das Problem von der Bewegung der Krystallinse wurden weiße Striche auf schwarzem Grunde unter einem Winkel von 1″,2; ein Spinnenfaden bei 0″,6; ein feiner glänzender Draht bei kaum 0″,2 gesehen. Das Problem ist gar nicht im allgemeinen numerisch zu lösen, da alles von den Bedingungen der Gestalt der Objecte, ihrer Erleuchtung, ihres Contrastes mit dem Hintergrunde, von dem sie sich *abheben*, der *Bewegung* oder Ruhe und der Natur der Luftschichten, in denen man sich befindet, abhängt.

Einen lebhaften Eindruck machte es mir einst, als auf einem reizenden Landsitze des Marques de Selvalegre, zu Chillo (unfern Quito), wo man den langgestreckten Rücken des Vulkans Pichincha in einer, trigonometrisch gemessenen, horizontalen Entfernung von 85000 Pariser Fuß vor sich ausgestreckt sieht, die Indianer, welche neben mir standen, meinen Reisebegleiter Bonpland, der eben allein in einer Expedition nach dem Vulkan begriffen war, als einen weißen, sich vor schwarzen basaltischen Felswänden *fortbewegenden* Punkt früher erkannten, als wie ihn in den aufgestellten Fernröhren auffanden. Auch mir und dem unglücklichen Sohn des Marques, Carlos Montufar (später im Bürgerkriege hingeopfert), wurde bald das weiße sich bewegende Bild bei unbewaffnetem Auge sichtbar. Bonpland war in einen weißen baumwollenen Mantel (dem landesüblichen Poncho) gehüllt. Bei der Annahme der Schulterbreite von 3 bis 5 Fuß, da der Mantel bald fest anlag, bald weit zu flattern schien, und bei der bekannten Entfernung ergaben sich 7″ bis

Si l'image *n'était point épanouie* (par des rayons divergents), la sensation aurait plus de force, et l'étoile se varrait. La première classe d'étoiles invisibles à l'oeil nu ne serait plus alors la septième: pour la trouver, il faudrait peut-être descendre alors jusqu'à la 12ᵉ. Considérons un group d'étoiles de 7ᵉ grandeur tellement rapprochées les unes des autres que les intervalles échappent nécessairement à l'oeil. *Si la vision avait de la netteté*, si l'image de chaque étoile était très petite et bien terminée, l'observateur apercevrait un champ de lumière dont chaque point aurait l'*éclat concentré* d'une étoile de 7ᵉ grandeur. *L'éclat concentré* d'une étoile de 7ᵉ grandeur suffit à la vision à l'oeil nu. Le groupe serait donc visible à l'oeil nu. Dilatons maintenant sur la rétine l'image de chaque étoile du groupe; remplaçons chaque point de l'ancienne image générale par un petit cercle: ces cercles empiéteront les uns sur les autres, et les divers points de la rétine se trouveront éclairés par de la lumière venant simultanément de plusieurs étoiles. Pour peu qu'on y réfléchisse, il restera évident qu'excepté sur les bords de l'image générale, l'aire lumineuse ainsi éclairée a précisément, à cause de la superposition des cercles, la même intensité que dans le cas où chaque étoile n'éclaire qu'un seul point au fond de l'oeil; mais si chacun de ces points reçoit une lumière égale en intensité à la lumière concentrée d'une étoile de 7ᵉ grandeur, il est clair que l'épanouissement des images individuelles des étoiles contiguës ne doit pas empêcher la visibilité de l'ensemble. Les instruments télescopiques ont, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, le défaut de donner aussi aux étoiles un *diamètre sensible et factice*. Avec ces instruments, comme à l'oeil nu, on doit donc apercevoir des groupes, composés d'étoiles inférieures en intensité à celles que les mêmes lunettes ou télescopes feraient apercevoir isolément." Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 284.

*) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1803 Vol. 93 p. 225 und for 1805 Vol. 95 p. 184. Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 360–374.

12″ für den Winkel, unter welchem der bewegte Gegenstand deutlich gesehen wurde. Weiße Objecte auf schwarzem Grund werden nach Hueck's wiederholten Versuchen weiter gesehen als schwarze Objecte auf weißem Grunde. Der Lichtstrahl kam bei heiterem Wetter durch dünne Luftschichten von 14412 Fuß Höhe über der Meeresfläche, zu unserer Station in Chillo, das selbst noch 8046 Fuß hoch liegt. Die ansteigende Entfernung war 85596 Fuß oder $3^7/_{10}$ geographische Meilen; der Stand von Barometer und Thermometer in beiden Stationen sehr verschieden, oben wahrscheinlich 194 Lin. und 8° C., unten nach genauer Beobachtung 250,2 Lin. und 18°,7 C. Das Gaußische, für unsere deutschen trigonometrischen Messungen so wichtig gewordene Heliotrop-Licht wurde, vom Brocken aus auf den Hohenhagen reflectirt, dort mit bloßem Auge in einer Entfernung von 213,000 Par. Fuß (mehr als 9 geographische Meilen) gesehen: oft an Punkten, in welchen die scheinbare Breite eines dreizölligen Spiegels nur 0″,43 betrug.

Die Absorption der Lichtstrahlen, welche von dem irdischen Gegenstande ausgehen und in ungleichen Entfernungen durch dichtere oder dünnere, mit Wasserdunst mehr oder minder geschwängerte Luftschichten zu dem unbewaffneten Auge gelangen; der hindernde Intensitätsgrad des diffusen Lichtes, welches die Lufttheilchen ausstrahlen, und viele noch nicht ganz aufgeklärte meteorologische Processe modificiren die Sichtbarkeit ferner Gegenstände. Ein Unterschied der Lichtstärke von 1/60 ist nach alten Versuchen des immer so genauen Bouguer zur Sichtbarkeit nöthig. Man sieht, wie er sich ausdrückt, nur auf negative Weise wenig lichtstrahlende Berggipfel, die sich als dunkle Massen von dem Himmelsgewölbe abheben. Man sieht sie bloß durch die Differenz der Dicke der Luftschichten, welche sich bis zu dem Objecte oder bis zum äußersten Horizont erstrecken. Dagegen werden auf positive Weise stark leuchtende Gegenstände, wie Schneeberge, weiße Kalkfelsen und Bimsstein-Kegel, gesehen. Die Entfernung, in welcher auf dem Meere hohe Berggipfel erkannt werden können, ist nicht ohne Interesse für die praktische Nautik, wenn genaue astronomische Ortsbestimmungen für die Lage des Schiffes fehlen. Ich habe diesen Gegenstand an einem anderen Orte*) bei Gelegenheit der Sichtbarkeit des Pics von Teneriffa umständlich behandelt.

Das Sehen der Sterne bei Tage mit bloßem Auge in den Schächten der Bergwerke und auf sehr hohen Gebirgen ist seit früher Jugend ein Gegenstand meiner Nachforschung gewesen. Es war mir nicht unbekannt, daß schon Aristoteles †) behaupte, Sterne werden bisweilen aus Erdgewölben und Cisternen wie durch Röhren gesehen. Auch Plinius erwähnt dieser Sage, und erinnert dabei an die Sterne, die man bei Sonnenfinsternissen deutlichst am Himmelsgewölbe erkenne. Ich habe in Folge meines Berufs als praktischer Bergmann mehrere Jahre lang einen großen Theil des Tages in den Gruben zugebracht und durch tiefe Schächte das Himmelsgewölbe im Zenith betrachtet, aber nie einen Stern gesehen; auch in mexicanischen, peruanischen und sibirischen Bergwerken nie ein Individuum aufgefunden, das vom Sternsehen bei Tage hätte reden hören: obgleich unter

*) Humboldt, Relation hist. du Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 92–97 und Bouguer, Traité d'Optique p. 360 und 365. (Vergl. auch Cap. Beechey im Manual of scientific Enquiry for the use of the R. Navy 1849 p. 71.)

†) Die von Buffon erwähnte Stelle des Aristoteles findet sich in einem Buche, wo man sie am wenigsten gesucht hätte: in dem de generat. animal. V, 1 p. 780 Bekker. Sie lautet genau übersetzt folgendermaßen: „Scharf sehen heißt einerseits vermögen fern zu sehen, andererseits die Unterschiede des Gesehenen genau erkennen. Beides ist nicht zugleich bei denselben (Individuen) der Fall. Denn derjenige, welcher sich die Hand, über die Augen hält oder durch eine Röhre sieht, ist nicht mehr und nicht weniger im Stande, die Unterschiede der Farben zu ergründen, wird aber wohl die Gegenstände in größerer Entfernung sehen. So kommt es ja auch vor, daß die, welche in Erdgewölben und Cisternen sich befinden, von da aus bisweilen Sterne sehen.“ Ὀρύγματα und besonders φρέατα sind unterirdische Cisternen oder Quellgemächer, welche in Griechenland, wie als Augenzeuge Prof. Franz bemerkt, durch einen senkrechten Schacht mit Luft und Licht in Verbindung gesetzt sind und sich nach unten wie der Hals einer Flasche erweitern. Plinius (lib. II cap. 14) sagt: „Altitudo cogit minores videri stellas; affixas caelo Solis fulgor interdiu non cerni, quum aeque ac noctu luceant: idque manifestum fiat *defectu solis et praealtis puteis.*“ Cleomedes (Cycl. Theor. pag. 83 Bake) spricht nicht von bei Tage gesehenen Sternen, behauptet aber: „daß die Sonne, aus tiefen Cisternen betrachtet, größer erscheine wegen der Dunkelheit und feuchten Luft.“

so verschiedenen Breitengraden, unter denen ich in beiden Hemisphären unter der Erde war, sich doch Zenithal-Sterne genug hätten vortheilhaft dem Auge darbieten können. Bei diesen ganz negativen Erfahrungen ist mir um so auffallender das sehr glaubwürdige Zeugniß eines berühmten Optikers gewesen, der in früher Jugend Sterne bei hellem Tage durch einen Rauchfang erblickte*). Erscheinungen, deren Sichtbarkeit von dem zufälligen Zusammentreffen begünstigender Umstände abhängt, müssen nicht darum geläugnet werden, weil sie so selten sind.

Dieser Grundsatz findet, glaube ich, seine Anwendung auch auf das von dem immer so gründlichen Saussure behauptete Sehen der Sterne mit bloßen Augen bei hellem Tage am Abfall des Montblanc, auf der Höhe von 11970 Fuß. „Quelques-uns des guides m'ont assuré," sagt der berühmte Alpenforscher, „avoir vu des étoiles en plein jour; pour *moi je* n'y songeois pas, en sorte que je n'ai point été le témoin de ce phénomène; *mais l'assertion uniforme des guides ne me laisse aucun doute sur la réalité* †). Il faut d'ailleurs être entièrement à l'ombre, et avoir même au-dessus de la tête une masse d'ombre d'une épaisseur considérable, sans quoi l'air trop fortement éclairé fait évanouir la foible clarté des étoiles." Die Bedingungen sind also fast ganz dieselben, welche die Cisternen der Alten und der eben erwähnte Rauchfang dargeboten haben. Ich finde diese merkwürdige Behauptung (vom Morgen des 2. August 1787) in keiner anderen Reise durch die schweizer Gebirge wiederholt. Zwei kenntnißvolle, vortreffliche Beobachter, die Gebrüder Hermann und Adolph Schlagintweit, welche neuerlichst die östlichen Alpen bis zum Gipfel des Großglockners (12213 Fuß) durchforscht haben, konnten nie Sterne bei Tage sehen, noch haben sie die Sage unter den Hirten und Gemsjägern gefunden. Ich habe mehrere Jahre in den Cordilleren von Mexico, Quito und Peru zugebracht und bin so oft mit Bonpland bei heiterem Wetter auf Höhen von mehr als vierzehn- oder fünfzehn-tausend Fuß gewesen, und nie habe ich oder später mein Freund Boussingault Sterne am Tage erkennen können: obgleich die Himmelsbläue so tief und dunkel war, daß sie an demselben Cyanometer von Paul in Genf, an welchem Saussure auf dem Montblanc 39° ablas, von mir unter den Tropen (zwischen 16000 und 18000 Fuß Höhe) im Zenith auf 46° geschätzt wurde ‡). Unter dem herrlichen, ätherreinen Himmel von Cumana, in der Ebene des Littorals, habe ich aber mehrmals und leicht, nach Beobachtung von Trabanten-Verfinsterungen, Jupiter mit bloßen Augen wieder aufgefunden und deutlichst gesehen, wenn die Sonnenscheibe schon 18° bis 20° über dem Horizont stand.

Es ist hier der Ort wenigstens beiläufig einer anderen optischen Erscheinung zu erwähnen, die ich, auf allen meinen Bergbesteigungen, nur Einmal, und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22. Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. In Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuß über dem Meere, sah ich mit unbewaffnetem Auge tief stehende Sterne in einer wunderbar schwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte stiegen aufwärts, bewegten sich seitwärts und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erscheinen der Sonnenscheibe am Meerhorizont. Dieselbe Bewegung war in einem Fernrohr sichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne selbst waren, die sich bewegten ||).

---

*) „We have ourselves heard it stated by a celebrated optician, that the earliest circumstance which drew his attention to astronomy, was the regular appearance, at a certain hour, for several successive days, of a considerable star, through the shaft of a chimney." John Herschel, Outlines of Astr. § 61. Die Rauchfangkehrer, bei denen ich nachgeforscht, berichten bloß, aber ziemlich gleichförmig: daß sie bei Tage nie Sterne gesehen, daß aber bei Nacht ihnen aus *tiefen* Röhren die Himmelsdecke ganz nahe, und die *Sterne wie vergrößert schienen.*" Ich enthalte mich aller Betrachtung über den Zusammenhang beider Illusionen.

†) Saussure, Voyage dans les Alpes (Neuchatel 1779. 4°) T. IV. § 2007 p. 199.

‡) Humboldt, Essai sur la Géographie des Plantes p. 103. Vergl. auch mein Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 143 und 248.

||) Humboldt in Fr. v. Zach's monatlicher Correspondenz zur Erd- und Himmelskunde Bd. I. 1800 S. 396; derselbe im Voy. aux Régions équin. T. I. p. 125: „On croyoit voir de petites fusées lancées

Gehörte diese Ortsveränderung zu der so viel bestrittenen lateralen Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenscheibe, so gering sie auch durch Messung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung scheinbar vergrößert. Fast nach einem halben Jahrhundert ist dieselbe Erscheinung des Sternschwankens, und genau an demselben Orte in Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von einem unterrichteten und sehr aufmerksamen Beobachter, dem Prinzen Adalbert von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in seinem handschriftlichen Tagebuche; er hatte sie eingetragen, ohne, vor seiner Rückkunft von dem Amazonenstrome, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz ähnliches gesehen*). Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftspiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der so verschiedenartigen Mischung ungleich erwärmter Luftschichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns so nahe ist und oft von wissenschaftlichen, mit Instrumenten versehenen Reisenden kurz vor Sonnenaufgang besucht wird, so darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternschwankens nicht wieder ganz verhallen werde.

Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, wie lange vor der großen Epoche der Erfindung des telescopischen Sehens und seiner Anwendung auf Beobachtung des Himmels, also vor den denkwürdigen Jahren 1608 und 1610, ein überaus wichtiger Theil der Astronomie unseres Planetensystems bereits begründet war. Den ererbten Schatz des griechischen und arabischen Wissens haben Georg Purbach, Regiomontanus (Johann Müller) und Bernhard Walther in Nürnberg durch mühevolle, sorgfältige Arbeiten vermehrt. Auf ihr Bestreben folgt eine kühne und großartige Gedankenentwickelung, das System des Copernicus; es folgen der Reichthum genauer Beobachtungen des Tycho, der combinirende Scharfsinn und der beharrliche Rechnungstrieb von Kepler. Zwei große Männer, Kepler und Galilei, stehen an dem wichtigsten Wendepunkt, den die Geschichte der messenden Sternkunde darbietet; beide bezeichnen die Epoche, wo das Beobachten mit unbewaffnetem Auge, doch mit sehr verbesserten Meßinstrumenten, sich von dem telescopischen Sehen scheidet. Galilei war damals schon 44, Kepler 37 Jahre alt; Tycho, der genaueste messende Astronom dieser großen Zeit, seit sieben Jahren todt. Ich habe schon früher (Kosmos Buch II, S. 367) erwähnt, daß Kepler's drei Gesetze, die seinen Namen auf ewig verherrlicht haben, von keinem seiner Zeitgenossen, Galilei selbst nicht ausgenommen, mit Lob erwähnt worden sind. Auf rein empirischem Wege entdeckt, aber für das Ganze der Wissenschaft folgereicher als die vereinzelte Entdeckung ungesehener Weltkörper, gehören sie ganz der Zeit des natürlichen Sehens, der Tychonischen Zeit, ja den Tychonischen Beobachtungen selbst an, wenn auch der Druck der Astronomia nova, seu Physica coelestis de motibus Stellae Martis erst 1609 vollendet, und gar das dritte Gesetz, nach welchem sich die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten, wie die Würfel der mittleren Entfernung, erst in der Harmonice Mundi 1619 entwickelt wurde.

Der Uebergang des natürlichen zum telescopischen Sehen, welcher das erste

---

dans l'air. Des points lumineux, élevés de 7 à 8 degrés, paroissoient d'abord se mouvoir dans le sens vertical, mais puis se convertir en une véritable oscillation horizontale. Ces points lumineux étoient des images de plusieurs étoiles agrandies (en apparence) par les vapeurs et revenant au même point d'où elles étoient parties."

*) Prinz Adalbert von Preußen, Aus meinem Tagebuche 1847 S. 213. Hängt die von mir beschriebene Erscheinung vielleicht mit der zusammen, welche Carlini beim Durchgange des Polarsterns und dessen Oscillationen von 10–12 Secunden in dem stark vergrößernden Mailänder Mittagsfernrohr beobachtet hat? (S. Zach, Correspondance astronomique et géogr. Vol. II. 1819 p. 84.) Brandes, (Gehler's umgearb. phys. Wörterb. Bd. IV. S. 549) will sie auf Luftspiegelung (mirage) zurückführen. Auch das sternartige Heliotrop-Licht sah ein vortrefflicher und geübter Beobachter, Obrist Baeyer, oft in horizontalem Hin- und Herschwanken.

Zehnttheil des siebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Astronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdischen Räume das Jahr 1492 gewesen war, hat nicht blos den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menschlichen Ideenkreises, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematische Wissen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung sinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menschheit. Dem Fernrohr allein verdanken wir in kaum drittehalb Jahrhunderten die Kenntniß von 13 neuen Planeten, von 4 Trabanten-Systemen (4 Monden des Jupiter, 8 des Saturn, 4, vielleicht 6 des Uranus, 1 des Neptun), von den Sonnenflecken und Sonnenfackeln, den Phasen der Venus, der Gestalt und Höhe der Mondberge, den winterlichen Polarzonen des Mars, den Streifen des Jupiter und Saturn, den Ringen des letzteren, den inneren (planetarischen) Cometen von kurzer Umlaufszeit, und von so vielen anderen Erscheinungen, die ebenfalls dem bloßen Auge entgehen. Wenn unser Sonnensystem, das so lange auf 6 Planeten und einen Mond beschränkt schien, auf die eben geschilderte Weise in 240 Jahren bereichert worden ist, so hat der sogenannte Fixsternhimmel schichtenweise eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tausende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsternen sind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelsterne, welche um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixsterne, erwiesen, daß Gravitations-Kräfte in jenen fernen Welträumen wie in unseren engen planetarischen, sich wechselseitig störenden Kreisen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erst 25 bis 30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optische Vorrichtungen mit Meßinstrumenten verbanden, haben feinere Bestimmungen der Ortsveränderung in den Gestirnen erreicht werden können. Auf diesem Wege ist es möglich geworden, mit größter Schärfe die jedesmalige Position eines Weltkörpers, die Aberrations-Ellipsen der Fixsterne und ihre Parallaxen, die gegenseitigen Abstände der Doppelsterne von wenigen Zehnttheilen einer Bogen-Secunde zu messen. Die astronomische Kenntniß des Sonnensystems erweiterte sich allmälig zu der eines Weltsystems.

Wir wissen, daß Galilei seine Entdeckungen der Jupitersmonde mit siebenmaliger Vergrößerung machte, und nie eine stärkere als zweiunddreißigmalige anwenden konnte. Einhundert und siebzig Jahre später sehen wir Sir William Herschel bei seinen Untersuchungen über die Größe des scheinbaren Durchmessers von Arcturus (im Nebel 0″, 2) und Wega in der Leier Vergrößerungen benutzen von 6500 Mal. Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts wetteiferte man in dem Bestreben nach langen Fernröhren. Christian Huygens entdeckte zwar 1655 den ersten Saturnstrabanten, Titan (den 6ten im Abstande von dem Centrum des Planeten), nur noch mit einem zwölffüßigen Fernrohr; er wandte später auf den Himmel längere bis 122 Fuß an; aber die drei Objective von 123, 170 und 210 Fuß Brennweite, welche die Royal Society von London besitzt und welche von Constantin Huygens, dem Bruder des großen Astronomen, verfertigt wurden, sind von letzterem, wie er ausdrücklich sagt*), nur auf terrestrische Gegenstände geprüft worden. Auzout, der schon 1663 Riesenfernröhre ohne Röhre, also ohne feste (starre) Verbindung zwischen dem Objectiv und dem Ocular, construirte, vollendete ein Objectiv, das bei 300 Fuß Focallänge eine 600malige Vergrößerung ertrug †). Den nützlichsten Gebrauch von solchen, an Masten befestigten Objectiven machte Dominicus Cassini zwischen den Jahren 1671 und 1684 bei den auf einander folgenden Entdeckungen des 8ten, 5ten, 4ten und

---

*) Das ausgezeichnete künstlerische Verdienst von Constantin Huygens, welcher Secretär des Königs Wilhelm III. war, ist erst neuerdings in das gehörige Licht gesetzt worden: durch Uytenbroek in der Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis dioptricae cultoribus, 1838; und von dem gelehrten Director der Leidener Sternwarte, Prof. Kaiser, in Schumacher's Astron. Nachr. No. 592 S. 246.

†) Arago im Annuaire pour 1844 p. 381.

3ten Saturnstrabanten. Er bediente sich der Objective, die Borelli, Campani und Hartsoeker geschliffen hatten. Die letzteren waren von 250 Fuß Brennweite. Die von Campani, welche des größten Rufes unter der Regierung Ludwigs XIV. genossen, habe ich bei meinem vieljährigen Aufenthalte auf der Pariser Sternwarte mehrmals in Händen gehabt. Wenn man an die geringe Lichtstärke der Saturnstrabanten und an die Schwierigkeit solcher nur durch Stricke bewegten Vorrichtungen*) denkt, so kann man nicht genug bewundern die Geschicklichkeit, den Muth und die Ausdauer des Beobachters.

Die Vortheile, welche man damals allein glaubte durch riesenmäßige Länge erreichen zu können, leiteten, wie es so oft geschieht, große Geister zu excentrischen Hoffnungen. Auzout glaubte Hooke widerlegen zu müssen, der, um Thiere im Monde zu sehen, Fernröhre von einer Länge von 10000 Fuß, also fast von der Länge einer halben geographischen Meile, vorgeschlagen haben soll †). Das Gefühl der praktischen Unbequemlichkeit von optischen Instrumenten mit mehr als hundertfüßiger Focallänge verschaffte allmählig durch Newton (nach dem Vorgange von Mersenne und James Gregory von Aberdeen) den kürzeren Reflexions-Instrumenten besonders in England Eingang. Bradley's und Pound's sorgfältige Vergleichung von 5füßigen Hadley'schen Spiegeltelescopen mit dem Refractor von Constantin Huygens, der 123 Fuß Brennweite hatte und dessen wir oben erwähnten, fiel ganz zum Vortheil der ersteren aus. Short's kostbare Reflectoren wurden nun überall verbreitet, bis John Dollond's glückliche praktische Lösung des Problems vom Achromatismus (1759), durch Leonhard Euler und Klingenstierna angeregt, den Refractoren wieder ein großes Uebergewicht verschaffte. Die, wie es scheint, unbestreitbaren Prioritätsrechte des geheimnißvollen Chester More Hall aus Esser (1729) wurden dem Publikum erst bekannt, als dem John Dollond das Patent für seine achromatischen Fernröhre verliehen wurde ‡).

Der hier bezeichnete Sieg der Refractions-Instrumente war aber von nicht langer Dauer. Neue Oscillationen der Meinung wurden schon, 18 bis 20 Jahre nach der Bekanntmachung von John Dollond's Erfindung des Achromatismus mittelst Verbindung von Kron- und Flintglas, durch die gerechte Bewunderung angeregt, welche man in und außerhalb Englands den unsterblichen Arbeiten eines Deutschen, William Herschel, zollte. Der Construction seiner zahlreichen 7füßigen und 20füßigen Telescope, auf welche Vergrößerungen von 2000 bis 6000mal glücklich angewandt werden konnten, folgte die Construction seines 40füßigen Reflectors. Durch diesen wurden im August und September 1789 die beiden innersten Saturnstrabanten: der 2te (Enceladus), und bald darauf der erste, dem Ringe am nächsten liegende, Mimas, entdeckt. Die Entdeckung des Planeten Uranus (1781) gehört dem 7füßigen Telescop von Herschel; die so lichtschwachen Uranustrabanten sah er (1787) zuerst im 20füßigen Instrumente, zur front-view eingerichtet ||). Eine bis dahin noch nie erreichte Vollkommenheit, welche der große Mann seinen Spiegeltelescopen zu ge-

*) „Nous avons placé ces grands verres," sagt Dominique Cassini, „tantôt sur un grand mât, tantôt sur la *tour de bois venue de Marly;* enfin nous les avons mis dans un tuyau monté sur un support en forme d'échelle à trois faces, ce qui a eu (dans la découverte des Satellites de Saturne) le succès que nous en avions espéré." Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 785. Diese übermäßigen Längen der optischen Werkzeuge erinnern an die arabischen Meßinstrumente, Quadranten von 180 Fuß Radius, in deren eingetheilten Bogen das Sonnenbild durch eine kleine runde Oeffnung gnomonisch einfiel. Ein solcher Quadrant stand zu Samarkand: wahrscheinlich dem früher construirten Sextanten von 57 Fuß Höhe des Al-Chokandi nachgebildet. Vergl. Sédillot, Prolégomènes des Tables d'Oloug Beigh 1847 p. LVII und CXXIX.

†) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 594. Früher schon hatte der mystische, aber in optischen Dingen sehr erfahrene Capuciner-Mönch Schyrle von Rheita in seinem Oculus Enoch et Eliae (Antv. 1645) von der nahen Möglichkeit gesprochen, sich 4000-malige Vergrößerungen der Fernröhre zu schaffen, um genaue Bergkarten des Mondes zu liefern. Vergl. oben Kosmos Buch II. S. 364 Anm. ||).

‡) Edinb. Encyclopedia Vol. XX. p. 479.

||) Struve, Etudes d'Astr. stellaire 1847 note 59 p. 24. Ich habe in dem Texte die Benennungen Herschel'scher Spiegel-Telescope von 40, 20 und 7 englischen Fußen beibehalten, wenn ich auch sonst überall französisches Maaß anwende; ich thue dies hier nicht bloß, weil diese Benennungen bequemer sind, sondern hauptsächlich, weil sie durch die großen Arbeiten des Vaters und des Sohnes in England und zu Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung eine historische Weihe erhalten haben.

ben wußte, in denen das Licht nur einmal reflectirt wird, hat, bei einer ununterbrochen Arbeit von mehr als 40 Jahren, zur wichtigsten Erweiterung aller Theile der physisch Astronomie, in den Planetenkreisen wie in der Welt der Nebelflecke und der Doppelstern geführt.

Auf eine lange Herrschaft der Reflectoren folgte wieder in dem ersten Fünftel d 19ten Jahrhunderts ein erfolgreicher Wetteifer in Anfertigung von achromatischen Refractoren und Heliometern, die durch Uhrwerke parallactisch bewegt werden. Objectiven von außerordentlichen Größen lieferten in Deutschland das Münchner Institut von Utzschneider und Fraunhofer, später von Merz und Mahler; in der Schweiz u Frankreich (für Lerebours und Cauchois) die Werkstätte von Guinand und Bontems e homogenes, streifenloses Flintglas. Es genügt für den Zweck dieser historischen Uebersicht hier beispielsweise zu nennen die unter Fraunhofer's Leitung gearbeiteten großen Refractoren der Dorpater und Berliner Sternwarte von 9 Pariser Zoll freier Oeffnung bei ein Focalweite von 13⅓ Fuß; die Refractoren von Merz und Mahler auf den Sternwart von Pulkowa und Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika *), beide m Objectiven von 14 Pariser Zoll und 21 Fuß Brennweite versehen. Das Heliometer d Königsberger Sternwarte, lange Zeit das größte, hat 6 Zoll Oeffnung und ist durch Bessel's unvergeßliche Arbeiten berühmt geworden. Die lichtvollen und kurzen dialytische Refractoren, welche Plösl in Wien zuerst ausführte und deren Vortheile Rogers in England fast gleichzeitig erkannt hatte, verdienen in großen Dimensionen construirt zu werden.

In derselben Zeitepoche, deren Bestrebungen ich hier berühre, weil sie auf die Erweiterung kosmischer Ansichten einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt, blieben die mechanischen Fortschritte in Vervollkommnung der messenden Instrumente (Zenith-Sectoren Meridiankreise, Micrometer) gegen die optischen Fortschritte und die des Zeitmaaße nicht zurück. Unter so vielen ausgezeichneten Namen der neueren Zeit erwähnen wir hi nur für Meßinstrumente: die von Ramsden, Troughton, Fortin, Reichenbach, Gambe Ertel, Steinheil, Repsold, Pistor, Oertling .....; für Chronometer und astronomisch Pendeluhren: Mudge, Arnold, Emery, Earnshaw, Breguet, Jürgensen, Kessels, Winner Tiede ..... In den schönen Arbeiten, welche wir William und John Herschel, Sout Struve, Bessel und Dawes über Abstände und periodische Bewegung der Doppelstern verdanken, offenbart sich vorzugsweise jene Gleichzeitigkeit der Vervollkommnung in scha fem Sehen und Messen. Struve's Classification der Doppelsterne liefert von denen, dere Abstand unter 1″ ist, gegen 100; von denen, die zwischen 1″ und 2″ fallen, 336: alle mehr fach gemessen †).

Seit wenigen Jahren haben zwei Männer, welche jedem industriellen Gewerbe fer stehen, der Earl of Rosse in Parsonstown (12 Meilen westlich von Dublin) und Her Lassell zu Starfield bei Liverpool, aus edler Begeisterung für die Sternkunde, mit der au opferndsten Freigebigkeit und unter eigener unmittelbaren Leitung, zwei Reflectoren zu Stande gebracht, welche auf's höchste die Erwartung der Astronomen spannen ‡). Mi

---

*) Schumacher's Astr. Nachr. No. 371 und 611. Cauchois und Lerebours haben auch Objective von mehr als 12½ Par. Zoll und 23½ Fuß Focalweite geliefert.

†) Struve, Stellarum duplicium et multiplicium mensurae micrometricae p. 2–41.

‡) Herr Airy hat neuerlichst die Fabrications-Methoden beider Telescope vergleichend beschrieben: den Guß der Spiegel und die Metallmischung, die Vorrichtung zum Poliren, die Mittel der Aufstellung; Abstr. of the Astr. Soc. Vol. IX. No. 5 (march 1849). Von dem Effect des sechsfüßigen Metallspiegels des Lord Rosse heißt es dort (p. 120): The Astronomer Royal [illegible] Airy) alluded to the impression made by the [illegible] light of the telescope: partly by the mo[illegible] produced in the appearances of nebulae already figured, partly by the great number of star seen even at a distance from the Milky Way, and partly from the prodigious brillancy of *Saturn*. The account given by another astronomer of the appearance of *Jupiter* was, that it resembled a coach-lamp in the telescope; and this well expresses the blaz of light which is seen in the instrument. Vergl. auc Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 870: „The sublimity of the spectacle afforded by the magnificent reflecting telescope constructed by Lord Rosse of some of the larger globular clusters of nebulae is declared by all, who have witnessed it, to be such as no words can express. This telescope has resolved or rendered resolvable multitudes of nebulae which had resisted all inferior powers."

dem Telescope von Lassell, das nur zwei Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, sind schon ein Trabant des Neptun und ein achter Trabant des Saturn entdeckt worden; auch wurden zwei Uranustrabanten wieder aufgefunden. Das neue Riesentelescop von Lord Rosse hat 5 Fuß 7 Zoll 7 Linien (6 engl. Fuß) Oeffnung und 46 Fuß 11 Zoll (50 engl. Fuß) Länge. Es steht im Meridian zwischen zwei Mauern, die von jeder Seite 12 Fuß von dem Tubus entfernt und 45 bis 52 Fuß hoch sind. Viele Nebelflecke, welche bisher kein Instrument auflösen konnte, sind durch dieses herrliche Telescop in Sternschwärme aufgelöst; die Gestalt anderer Nebelflecke ist in ihren wahren Umrissen nun zum ersten Mal erkannt worden. Eine wundersame Helligkeit (Lichtmasse) wird von dem Spiegel ausgegossen.

Morin, der mit Gascoigne (vor Picard und Auzout) zuerst das Fernrohr mit Meßinstrumenten verband, fiel gegen 1638 auf den Gedanken Gestirne bei hellem Tage telescopisch zu beobachten. „Nicht Tycho's große Arbeit über die Position der Fixsterne, indem dieser 1582, also 28 Jahre vor Erfindung der Fernröhre, Venus bei Tage mit der Sonne und bei Nacht mit den Sternen verglich; sondern," sagt Morin selbst*), „der einfache Gedanke, daß, wie Venus, so auch Arcturus und andere Fixsterne, wenn man sie einmal vor Sonnenaufgang im Felde des Fernrohrs hat, nach Sonnenaufgang am Himmelsgewölbe verfolgt werden können: habe ihn zu einer Entdeckung geführt, welche für die Längen-Bestimmungen auf dem Meere wichtig werden möge. Niemand habe vor ihm die Fixsterne in Angesicht der Sonne auffinden können." Seit der Aufstellung großer Mittags-Fernröhre durch Römer (1691) wurden Tagesbeobachtungen der Gestirne häufig und fruchtbar, ja bisweilen selbst auf Messung von Doppelsternen mit Nutzen angewandt. Struve bemerkt†), er habe in dem Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergrößerung von 320 Mal die kleinsten Abstände überaus schwacher Doppelsterne bestimmt, bei so hellem Crepuscularlichte, daß man um Mitternacht bequem lesen konnte. Der Polarstern hat in nur 18″ Entfernung einen Begleiter 9ter Größe; im Dorpater Refractor haben Struve und Wrangel diesen Begleiter bei Tage gesehen‡), eben so einmal Encke und Argelander.

Die Ursach der mächtigen Wirkung der Fernröhre zu einer Zeit, wo durch vielfache Reflexion das diffuse Licht||) der Atmosphäre hinderlich ist, hat mancherlei Zweifel erregt. Als optisches Problem interessirte sie auf das lebhafteste den der Wissenschaft so früh entrissenen Bessel. In seinem langen Briefwechsel mit mir kam er oft darauf zurück, und bekannte, keine ihn ganz befriedigende Lösung finden zu können. Ich darf auf den Dank meiner Leser rechnen, wenn ich in einer Anmerkung¶) Arago's Ansichten einschalte, wie

*) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 255.

†) Struve, Mens. microm. p. XLIV.

‡) Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 100.

||) „*La lumière atmosphérique diffuse* ne peut s'expliquer par le reflet des rayons solaires sur la surface de séparation des couches de différentes densités dont on suppose l'atmosphère composée. En effet supposons le Soleil placé à l'horizon, les surfaces de séparation dans la direction du zénith seraient horizontales, par conséquent la réflexion serait horizontale aussi et nous ne verrions aucune lumière au zénith. Dans la supposition des couches aucun rayon ne nous arriverait par voie d'une première réflexion. Ce ne seraient que les réflexions multiples qui pourraient agir. Donc pour expliquer la *lumière diffuse*, il faut se figurer l'atmosphère composée de molécules (sphériques par exemple) dont chacune donne une image du soleil à peu près comme les boules de verre que nous plaçons dans nos jardins. L'air pur est bleu, parce que d'après Newton les molécules de l'air ont l'*épaisseur* qui convient à la réflexion des rayons bleus. Il est donc naturel que les petites images du soleil que de tous côtés réfléchissent les molécules sphériques de l'air et qui sont la lumière diffuse, aient une teinte bleue; mais ce bleu n'est pas du bleu pur, c'est un blanc dans lequel le bleu prédomine. Lorsque le ciel n'est pas dans toute sa pureté et que l'air est mêlé de vapeurs visibles, la lumière diffuse reçoit beaucoup de blanc. Comme la lune est jaune, le bleu de l'air pendant la nuit est un peu verdâtre, c'est-à-dire mélangé de bleu et de jaune." (Arago, Handschrift von 1847.)

¶) D'un des effets des Lunettes sur la visibilité des étoiles. (Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt, en déc. 1847.)

„L'oeil n'est doué que d'une sensibilité circonscrite, bornée. Quand la lumière qui frappe la rétine, n'a pas assez d'intensité, l'oeil ne sent rien. C'est par un manque d'intensité que beaucoup d'*étoiles*, même dans les nuits les plus profondes, échappent à nos observations. Les lunettes ont pour effet, *quant aux étoiles*, d'augmenter l'intensité de l'image. Le faisceau cylindrique de rayons parallèles venant d'une étoile, qui s'appuie sur la sur-

dieselben in einer der vielen Handschriften enthalten sind, welche mir bei meinem häufigen Aufenthalte in Paris zu benutzen erlaubt war. Nach der scharfsinnigen Erklärung meines vieljährigen Freundes erleichtern starke Vergrößerungen das Auffinden und Erkennen der Fixsterne, weil sie, ohne das Bild derselben merkbar auszudehnen, eine größere Menge des intensiven Lichtes der Pupille zuführen, aber dagegen nach einem anderen Gesetze auf den Luftraum wirken, von welchem sich der Fixstern abhebt. Das Fernrohr, indem es

---

face de la lentille objective et qui a cette surface circulaire pour base, se trouve considérablement resserré à la sortie de la lentille oculaire. Le diamètre du premier cylindre est au diamètre du second, comme la distance focale de l'objectif est à la distance focale de l'oculaire, ou bien comme le diamètre de l'objectif est au diamètre *de la portion d'oculaire* qu'occupe le faisceau émergent. Les intensités de lumière dans les deux cylindres en question (dans les deux cylindres incident et émergent) doivent être entr' elles comme les étendues superficielles des bases. Ainsi la lumière émergente sera plus condensée, *plus intense* que la lumière naturelle tombant sur l'objectif, dans le rapport de la surface de cet objectif à la surface circulaire de la base du faisceau émergent. Le faisceau *émergent, quand la lunette grossit*, étant plus étroit que le faisceau cylindrique qui tombe sur l'objectif, il est évident que la pupille, quelle que soit son ouverture, recueillera plus de rayons par l'intermédiaire de la lunette que sans elle. La lunette augmentera donc toujours l'intensité de la lumière *des étoiles*.

„Le cas *le plus favorable*, quant à l'effet des lunettes, est évidemment celui où l'oeil reçoit la totalité du faisceau émergent, le cas où ce faisceau a moins de diamètre que la pupille. Alors *toute la lumière* que l'objectif embrasse, concourt, par l'entremise du télescope, à la formation de l'image. A l'oeil nu, au contraire, *une portion* seule de cette même lumière est mise à profit: c'est la petite portion que la surface de la pupille découpe dans le faisceau incident naturel. L'intensité de l'image télescopique d'une *étoile* est donc à l'intensité de l'image à l'oeil nu, *comme la surface de l'objectif est à celle de la pupille*.

„Ce qui précède, est relatif à la visibilité d'un seul point, d'une seule étoile. Venons à l'observation d'un objet ayant des dimensions angulaires sensibles, à l'observation d'une *planète*. Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque la pupille reçoit la totalité du pinceau émergent, l'intensité de l'image *de chaque point* de la planète se calculera par la proportion que nous venons de donner. La quantité *totale de lumière* concourant à former *l'ensemble* de l'image à l'oeil nu, sera donc aussi à la *quantité totale de lumière* qui forme l'image de la planète à l'aide d'une lunette, comme la surface de la pupille est à la surface de l'objectif. Les intensités comparatives, non plus de points isolés, mais des deux images d'une planète, qui se forment sur la rétine à l'oeil nu, et par l'intermédiaire d'une lunette, doivent évidemment *diminuer* proportionnellement aux *étendues superficielles* de ces deux images. Les dimensions *linéaires* des deux images sont entr' elles comme le diamètre de l'objectif est au diamètre du faisceau émergent. Le nombre de fois que la *surface* de l'image amplifiée surpasse la *surface* de l'image à l'oeil nu, s'obtiendra donc en divisant le carré du *diamètre* de *l'objectif* par le carré du *diamètre du faisceau émergent*, ou bien la *surface de l'objectif par la surface de la base circulaire du faisceau émergent.*

„Nous avons déjà obtenu le rapport des *quantités totales de lumière* qui engendrent les deux images *d'une planète*, en divisant la surface de l'objectif *par la surface de la pupille*. Ce nombre est *plus petit* que le quotient auquel on arrive en divisant *la surface de l'objectif* par la *surface du faisceau émergent*. Il en résulte, quant aux planètes: qu'une lunette fait moins gagner en intensité de lumière, qu'elle ne fait perdre en agrandissant *la surface* des images sur la rétine; l'intensité de ces images doit donc aller continuellement en s'affaiblissant à mesure que le pouvoir amplificatif de la lunette ou du télescope s'accroît.

„L'atmosphère peut être considérée comme une planète à dimensions indéfinies. La portion qu'on en verra dans une lunette, subira donc aussi la *loi* d'affaiblissement que nous venons d'indiquer. Le *rapport* entre l'intensité de la lumière d'une *planète* et le champ de lumière atmosphérique à travers lequel on la verra, sera le même à l'oeil nu et dans les lunettes de tous les grossissements, de toutes les dimensions. Les lunettes, *sous le rapport de l'intensité*, ne favorisent donc pas la visibilité *des planètes*.

„Il n'en est point ainsi des *étoiles*. L'intensité de l'image d'une étoile est plus forte avec une lunette qu'à l'oeil nu; au contraire, le champ de la vision, uniformément éclairé dans les deux cas par la lumière atmosphérique, est plus clair à l'oeil nu que dans la lunette. Il y a donc deux raisons, sans sortir des considérations d'intensité, pour que dans une lunette l'image de l'étoile prédomine sur celle de l'atmosphère, notablement plus qu'à l'oeil nu.

„Cette prédominence doit aller graduellement en augmentant avec le grossissement. En effet, abstraction faite de certaine augmentation du diamètre de l'etoile, conséquence de divers effets de *diffraction* ou d'*interférences*, abstraction faite aussi d'une plus forte réflexion que la lumière subit sur les surfaces plus obliques des oculaires de très courts foyers, *l'intensité de la lumière de l'etoile est constante* tant que l'ouverture de l'objectif ne varie pas. Comme on l'a vu, la *clarté du champ* de la lunette, au contraire, *diminue sans cesse* à mesure que le pouvoir amplificatif s'accroît. Donc, toutes autres circonstances restant égales, une étoile sera d'autant plus visible, sa prédominence sur la lumière du champ du télescope sera d'autant plus tranchée qu'on fera usage d'un grossissement plus fort." (Arago, Handschrift von 1847.) — Ich füge noch hinzu aus dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1846 (Notices scient. par Mr. Arago) p. 381: „L'expérience a montré que pour le commun des hommes, deux espaces éclairés et contigus ne se distinguent pas l'un de l'autre, à moins que leurs intensités comparatives ne présentent, au minimum, une différence de 1/60. Quand une lunette est tournée vers le firmament, son champ semble uniformément éclairé: c'est qu'alors il existe, dans un plan passant par le foyer et perpendiculaire à l'axe de l'objectif, une *image indéfinie* de la région atmosphérique vers laquelle la lunette est dirigée. Supposons qu'un astre, c'est-à-dire un objet situé bien au delà de l'atmosphère, se trouve dans la direction de la lunette: son image ne sera visible qu'autant qu'elle augmentera de 1/60, au moins, l'intensité de la portion de l'image focale *indéfinie* de l'atmosphère, sur laquelle sa propre image *limitée* ira se placer. Sans cela, le champ visuel continuera à *paraître* partout de la même intensité."

gleichsam die erleuchteten Theile der Luft, welche das Objectiv umfaßt, von einander entfernt, verdunkelt das Gesichtsfeld, vermindert die Intensität seiner Erleuchtung. Wir sehen aber nur durch den Unterschied des Lichtes des Fixsternes und des Luftfeldes, d. h. der Luftmasse, welche ihn im Fernrohr umgiebt. Ganz anders als der einfache Strahl des Fixsternbildes verhalten sich Planetenscheiben. Diese verlieren in dem vergrößernden Fernrohr durch Dilatation ihre Licht-Intensität eben so wie das Luftfeld (l'aire aérienne). Noch ist zu erwähnen, daß starke Vergrößerungen die scheinbare Schnelligkeit der Bewegung des Fixsterns wie die der Scheibe vermehren. Dieser Umstand kann in Instrumenten, welche nicht durch Uhrwerk parallactisch der Himmelsbewegung folgen, das Erkennen der Gegenstände am Tage erleichtern. Andere und andere Punkte der Netzhaut werden gereizt. Sehr schwache Schatten, bemerkt Arago an einem andern Orte, werden erst sichtbar, wenn man ihnen eine Bewegung geben kann.

Unter dem reinen Tropenhimmel, in der trockensten Jahreszeit, habe ich oft mit der schwachen Vergrößerung von 95 Mal in einem Fernrohr von Dollond die blasse Jupitersscheibe auffinden können, wenn die Sonne schon 15° bis 18° hoch stand. Lichtschwäche des Jupiter und Saturn, bei Tage im großen Berliner Refractor gesehen und contrastirend mit dem ebenfalls reflectirten Lichte der der Sonne näheren Planeten, Venus und Merkur, hat mehrmals Dr. Galle überrascht. Jupiters-Bedeckungen sind mit starken Fernröhren bisweilen bei Tage (von Flaugergues 1792, von Struve 1820) beobachtet worden. Argelander sah (7. Dec. 1849) in einem 5füßigen Fraunhofer eine Viertelstunde nach Sonnenaufgang zu Bonn sehr deutlich 3 Jupiterstrabanten. Den 4ten konnte er nicht erkennen. Noch später sah der Gehülfe Herr Schmidt den Austritt sämmtlicher Trabanten, auch des 4ten, aus dem dunkeln Mondrande in dem 8füßigen Fernrohre des Heliometers. Die Bestimmung der Grenzen der telescopischen Sichtbarkeit kleiner Sterne bei Tageshelle unter verschiedenen Klimaten und auf verschiedenen Höhen über der Meeresfläche hat gleichzeitig ein optisches und ein meteorologisches Interesse.

Zu den merkwürdigen und in ihren Ursachen viel bestrittenen Erscheinungen im natürlichen wie im telescopischen Sehen gehört das nächtliche Funkeln (das Blinken, die Scintillation) der Sterne. Zweierlei ist nach Arago's Untersuchungen*) in der Scintillation

---

*) Die früheste Bekanntmachung von Arago's Erklärung der Scintillation geschah in dem Anhange zum 4ten Buche meines Voyage aux Régions équinoxiales T. I. p. 623. Ich freue mich, mit den hier folgenden Erläuterungen, welche ich aus den oben (S. 409, Anm. *) angegebenen Gründen wieder in dem Originaltexte abdrucken lasse, den Abschnitt über das natürliche und telescopische Sehen bereichern zu können.

Des Causes de la Scintillation des Étoiles.

„Ce qu'il y a de plus remarquable dans le phénomène de la scintillation, c'est le changement de couleur. Ce changement est beaucoup plus fréquent que l'observation ordinaire l'indique. En effet, en agitant la lunette, on transforme l'image dans une ligne ou un cercle, et tous les points de cette ligne ou de ce cercle paraissent de couleurs différentes. C'est la résultante de la superposition de toutes ces images que l'on voit, lorsqu'on laisse la lunette immobile. Les rayons qui se réunissent au foyer d'une lentille, vibrent d'accord ou en désaccord, s'ajoutent ou se détruisent, suivant que les couches qu'ils ont traversées, ont telle ou telle réfringence. L'ensemble des rayons rouges peut se détruire *seul*, si ceux de droite et de gauche et ceux de haut et de bas ont traversé des milieux inégalement réfringents. Nous avons dit *seul*, parce que la différence de réfringence qui correspond à la destruction du rayon rouge, n'est pas la même que celle qui amène la destruction du rayon vert, et réciproquement. Maintenant si des rayons rouges sont détruits, ce qui reste, sera le blanc moins le rouge, c'est-à-dire du vert. Si le vert au contraire est détruit par *interférence*, l'image sera du blanc moins le vert, c'est-à-dire du rouge. Pour expliquer pourquoi les planètes à grand diamètre ne scintillent pas ou très peu, il faut se rappeler que le disque peut être considéré comme une aggrégation d'étoiles ou de petits points qui scintillent isolément; mais les images de différentes couleurs que chacun de ces points pris isolément donnerait, empiétant les unes sur les autres, formeraient du blanc. Lorsqu'on place un diaphragme ou un bouchon percé d'un trou sur l'objectif d'une lunette, les étoiles acquièrent un disque entouré d'une série d'anneaux lumineux. Si l'on enfonce l'oculaire, le disque de l'étoile augmente de diamètre, et il se produit dans son centre un trou obscur; si on l'enfonce davantage un point lumineux se substitue au point noir. Un nouvel enfoncement donne naissance à un centre noir, etc. Prenons la lunette lorsque le centre de l'image est noir, et visons à une étoile qui ne scintille pas: le centre restera noir, comme il l'était auparavant. Si au contraire on dirige la lunette à une étoile qui scintille, on verra le centre de l'image lumineux et obscur par intermittence. Dans la position où le centre de l'image est occupé par un point lumineux, on verra ce point disparaître et renaître successivement. Cette disparition ou réapparition du point central est la preuve directe de

wesentlich zu unterscheiden: 1) Veränderung der Lichtstärke in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöschen und Wiederauflodern; Veränderung der Farbe. Beide Veränderungen sind in der Realität noch stärker, als sie dem bloßen Auge erscheinen; denn wenn einzelne Punkte der Netzhaut einmal angeregt sind, so bewahren sie den empfangenen Lichteindruck: so daß das Verschwinden des Sterns, seine Verdunkelung, sein Farbenwechsel nicht in ihrem ganzen, vollen Maaße von uns empfunden werden. Auffallender zeigt sich das Phänomen des Sternfunkelns im Fernrohr, sobald man dasselbe erschüttert. Es werden dann andere und andere Punkte der Netzhaut gereizt; es erscheinen farbige, oft unterbrochene Kreise. In einer Atmosphäre, die aus stets wechselnden Schichten von verschiedener Temperatur, Feuchtigkeit und Dichte zusammengesetzt ist, erklärt das Princip der Interferenz, wie nach einem augenblicklichen farbigen Auflodern ein eben so augenblickliches Verschwinden oder die plötzliche Verdunkelung des Gestirnes statt finden kann. Die Undulations-Theorie lehrt im allgemeinen, daß zwei Lichtstrahlen (zwei Wellensysteme), von Einer Lichtquelle (Einem Erschütterungs-Mittelpunkte) ausgehend, bei Ungleichheit des Weges sich zerstören; daß das Licht des einen Strahles, zu dem des anderen Strahles hinzugefügt, Dunkelheit hervorbringt. Wenn das Zurückbleiben des einen Wellensystems gegen das andere eine ungerade Anzahl halber Undulationen beträgt, so streben beide Wellensysteme, demselben Aether-Molecule zu gleicher Zeit gleiche, aber entgegengesetzte Geschwindigkeiten mitzutheilen: so daß die Wirkung ihrer Vereinigung die Ruhe des Aether-Molecules, also Finsterniß ist. In gewissen Fällen spielt die Refrangibilität der verschiedenen Luftschichten, welche die Lichtstrahlen durchschneiden, mehr als die verschiedene Länge des Weges, die Hauptrolle bei der Erscheinung *).

Die Stärke der Scintillation ist unter den Fixsternen selbst auffallend verschieden; nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer scheinbaren Größe allein abhängig, sondern, wie es scheint, von der Natur ihres eigenen Lichtprocesses. Einige, z. B. Wega, zittern weniger als Arctur und Procyon. Der Mangel der Scintillation bei den Planeten mit größeren Scheiben ist der Compensation und ausgleichenden Farbenvermischung zuzuschreiben, welche die einzelnen Punkte der Scheibe geben. Es wird die Scheibe wie ein Aggregat von Sternen betrachtet, welche das fehlende, durch Interferenz vernichtete Licht gegenseitig ersetzen und die farbigen Strahlen zu weißem Lichte wiederum vereinigen. Bei Jupiter und Saturn bemerkt man deshalb am seltensten Spuren der Scintillation; wohl aber bei Merkur und Venus, da der scheinbare Durchmesser der Scheiben in den letztgenannten zwei Planeten bis 4″,4 und 9″,5 herabsinkt. Auch bei Mars kann zur Zeit der

---

l'*interférence* variable des rayons. Pour bien concevoir l'absence de lumière au centre de ces images dilatées, il faut se rappeler, que les rayons régulièrement réfractés par l'objectif ne se réunissent et ne peuvent par conséquent *interférer* qu'au foyer: par conséquent les images dilatées que ces rayons peuvent produire, resteraient toujours pleines (sans trou). Si dans une certain position de l'oculaire un trou se présente au centre de l'image, c'est que les rayons régulièrement réfractés *interfèrent* avec des rayons *diffractés* sur les bords du diaphragme circulaire. Le phénomène n'est pas constant, parce que les rayons qui interfèrent dans un certain moment, n'interfèrent pas un instant après, lorsqu'ils ont traversé des couches atmosphériques dont le pouvoir réfringent a varié. On trouve dans cette expérience la preuve manifeste du rôle que joue dans le phénomène de la scintillation l'inégale réfrangibilité des couches atmosphériques traversées par les rayons dont le faisceau est très étroit.

„Il résulte de ces considérations que l'explication des scintillations ne peut être rattachée qu'aux *phénomènes des interférences lumineuses. Les rayons des étoiles, après avoir traversé* une atmosphère où il existe des couches inégalement chaudes, inégalement denses, inégalement humides, vont se réunir au foyer d'une lentille, pour y former des images d'intensité et de couleurs perpétuellement changeantes, c'est-à-dire des images telles que la scintillation les présente. Il y a aussi scintillation hors du foyer des lunettes. Les explications proposées par Galilei, Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huygens, Newton and John Michell, que j'ai examinées dans un mémoire présenté à l'Institut en 1840 (Comptes rendus T. X. p. 83) sont inadmissibles. Thomas Young, auquel nous devons les premières lois des interférences, a cru inexplicable le phénomène de la scintillation. La fausseté de l'ancienne explication par des vapeurs qui voltigent et déplacent, est déjà prouvée par la circonstance que nous voyons la scintillation des yeux, ce qui supposerait un déplacement d'une minute. Les ondulations du bord du Soleil sont de 4″ à 5″ et peut-être des pièces qui *manquent*, donc encore effet de l'interférence des rayons." (Auszüge aus Handschriften von Arago 1847.)

*) Arago im Annuaire pour 1831 p. 168.

Conjunction sich der Durchmesser bis 3″,3 vermindern. In den heiteren, kalten Winternächten der gemäßigten Zone vermehrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des gestirnten Himmels auch durch den Umstand, daß, indem wir Sterne 6ter bis 7ter Größe bald hier, bald dort aufglimmen sehen, wir, getäuscht, mehr leuchtende Punkte vermuthen und zu erkennen glauben, als das unbewaffnete Auge wirklich unterscheidet. Daher das populäre Erstaunen über die wenigen Tausende von Sternen, welche genaue Sterncataloge als den bloßen Augen sichtbar angeben! Daß das zitternde Licht die Fixsterne von den Planeten unterscheide, war von früher Zeit den griechischen Astronomen bekannt; aber Aristoteles, nach der Ausströmungs- und Tangential-Theorie des Sehens, der er anhängt, schreibt das Zittern und Funkeln der Fixsterne, sonderbar genug, einer bloßen Anstrengung des Auges zu. „Die eingehefteten Sterne" (die Fixsterne), sagt er*), „funkeln, die Planeten nicht: denn die Planeten sind nahe, so daß das Gesicht im Stande ist sie zu erreichen; bei den feststehenden aber (πρὸς δὲ τοὺς μένοντας) geräth das Auge wegen der Entfernung und Anstrengung in eine zitternde Bewegung.

Zu Galilei's Zeiten, zwischen 1572 und 1604, in einer Epoche großer Himmelsbegebenheiten, da drei neue Sterne†) von mehr Glanz als Sterne erster Größe plötzlich erschienen und einer derselben im Schwan 21 Jahre leuchtend blieb, zog das Funkeln als das muthmaßliche Criterium eines nicht planetarischen Weltkörpers Kepler's Aufmerksamkeit besonders auf sich. Der damalige Zustand der Optik verhinderte freilich den um diese Wissenschaft so hoch verdienten Astronomen sich über die gewöhnlichen Ideen von bewegten Dünsten zu erheben‡). Auch unter den neu erschienenen Sternen, deren die chinesischen Annalen nach der großen Sammlung von Ma-tuan-lin erwähnen, wird bisweilen des sehr starken Funkelns gedacht.

Zwischen den Wendekreisen und ihnen nahe giebt bei gleichmäßigerer Mischung der Luftschichten die große Schwäche oder völlige Abwesenheit der Scintillation der Fixsterne, 12 bis 15 Grade über dem Horizont, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter von Ruhe und milderem Lichte. Ich habe in mehreren meiner Naturschilderungen der Tropenwelt dieses Charakters erwähnt: der auch schon dem Beobachtungsgeiste von La Condamine und Bouguer in den peruanischen Ebenen, wie dem von Garcin ||) in Arabien, Indien und an den Küsten des persischen Meerbusens (bei Bender Abassi) nicht entgangen war.

Da der Anblick des gestirnten Himmels in der Jahreszeit perpetuirlich heiterer, ganz wolkenfreier Tropennächte für mich einen besonderen Reiz hatte, so bin ich bemüht gewesen, in meinen Tagebüchern stets die Höhen über dem Horizonte aufzuzeichnen, in der das Funkeln der Sterne bei verschiedenen Hygrometerständen aufhörte. Cumana und der regenlose Theil des peruanischen Littorals der Südsee, wenn in letzterem die Zeit der Garua (des Nebels) noch nicht eingetreten war, eigneten sich vorzüglich zu solchen Beobachtungen. Nach Mittelzahlen scheinen die größeren Fixsterne meist nur unter 10° oder 12° Höhe über dem Horizont zu scintilliren. In größeren Höhen gießen sie aus ein milderes, planetarisches Licht. Am sichersten wird der Unterschied erkannt, wenn man dieselben Fixsterne in ihrem allmäligen Aufsteigen oder Niedersinken verfolgt und dabei die Höhenwinkel mißt oder (bei bekannter Ortsbreite und Zeit) berechnet. In einzelnen gleich heiteren und gleich windlosen Nächten erstreckte sich die Region des Funkelns bis 20°, ja bis 25° Höhe; doch war zwischen diesen Verschiedenheiten der Höhe oder der Stärke der Scintillation und den Hygrometer- und Thermometerständen, die in der unteren, uns allein zugänglichen Region der Luft beobachtet wurden, fast nie ein Zusammenhang zu entdecken. Ich sah in

*) Aristot. de Coelo II, 8 p. 290 Bekker.
†) Kosmos Buch II. S. 348.
‡) Causae scintillationis in Kepler de Stella nova in pede Serpentarii 1606 cap. 18 p. 92–97.
||) Lettre de Mr. Garcin, Dr. en Méd., à Mr. de Réaumur in der Hist. de l'Académie Royale des Sciences Année 1743 p. 28–32.

auf einander folgenden Nächten nach beträchtlicher Scintillation 60° bis 70° hoher Gestirne, bei 85° des Saussure'schen Haar-Hygrometers, die Scintillation bis 15° Höhe über dem Horizont völlig aufhören, und dabei doch die Luftfeuchtigkeit so ansehnlich vermehrt, daß das Hygrometer bis 93° fortschritt. Es ist nicht die Quantität der Wasserdämpfe, welche die Atmosphäre aufgelöst erhält; es ist die ungleiche Vertheilung der Dämpfe in den über einander liegenden Schichten und die, in den unteren Regionen nicht bemerkbaren, oberen Strömungen kalter und warmer Luft, welche das verwickelte Ausgleichungs-Spiel der Interferenz der Lichtstrahlen modificiren. Auch bei sehr dünnem gelbrothem Nebel, der kurz vor Erdstößen den Himmel färbte, vermehrte sich auffallend das Funkeln hochstehender Gestirne. Alle diese Bemerkungen beziehen sich auf die völlig heitere, wolken- und regenlose Jahreszeit der tropischen Zone 10° bis 12° nördlich und südlich vom Aequator. Die Lichtphänomene, welche beim Eintritt der Regenzeit während des Durchgangs der Sonne durch den Zenith erscheinen, hangen von sehr allgemein und kräftig, ja fast stürmisch wirkenden Ursachen ab. Die plötzliche Schwächung des Nordost-Passates, und die Unterbrechung regelmäßiger oberer Strömungen vom Aequator zu den Polen und unterer Strömungen von den Polen zum Aequator erzeugen Wolkenbildungen, täglich zu bestimmter Zeit wiederkehrende Gewitter und Regengüsse. Ich habe mehrere Jahre hinter einander bemerkt, wie an den Orten, an denen das Funkeln der Firsterne überhaupt etwas seltenes ist, der Eintritt der Regenzeit viele Tage im voraus sich durch das zitternde Licht der Gestirne in großer Höhe über dem Horizont verkündigt. Wetterleuchten, einzelne Blitze am fernen Horizont ohne sichtbares Gewölk oder in schmalen, senkrecht aufsteigenden Wolkensäulen sind dann begleitende Erscheinungen. Ich habe diese charakteristischen Vorgänge, die physiognomischen Veränderungen der Himmelsluft in mehreren meiner Schriften zu schildern versucht *).

Ueber die Geschwindigkeit des Lichtes, über die Wahrscheinlichkeit, daß dasselbe eine gewisse Zeit zu seiner Fortpflanzung brauche, findet sich die älteste Ansicht bei Bacon von Verulam in dem zweiten Buche des Novum Organum. Er spricht von der Zeit, deren ein Lichtstrahl bedarf, die ungeheure Strecke des Weltraums zu durchlaufen; er wirft schon die Frage auf, ob die Sterne noch vorhanden sind, die wir gleichzeitig funkeln sehen †). Man erstaunt, diese glückliche Ahndung in einem Werke zu finden, dessen geistreicher Verfasser in mathematischem, astronomischem und physikalischem Wissen tief unter dem seiner Zeitgenossen stand. Gemessen wurden die Geschwindigkeit des reflectirten Sonnenlichtes durch Römer (November 1675) mittelst der Vergleichung von Verfinsterungs-Epochen der Jupiterstrabanten; die Geschwindigkeit des directen Lichtes der Firsterne mittelst Bradley's großer Entdeckung der Aberration (Herbst 1727), des sinnlichen Beweises von der translatorischen Bewegung der Erde, d. i. von der Wahrheit des copernicanischen

---

*) S. Voyage aux Régions équin. T. I. p. 511 und 512, T. II. p. 202–208; auch meine Ansichten der Natur, dritte Ausg. Bd. I. S. 29 und 225. „En Arabie," sagt Garcin, „de même qu'à Bender-Abassi, port fameux du Golfe Persique, l'air est parfaitement serein presque toute l'année. Le printemps, l'été et l'automne se passent, sans qu'on y voie la moindre rosée. Dans ces mêmes temps tout le monde couche dehors sur le haut des maisons. Quand on est ainsi couché, il n'est pas possible d'exprimer le plaisir qu'on prend à contempler la beauté du ciel, l'éclat des étoiles. C'est une lumière pure, ferme et éclatante, sans étincellement. Ce n'est qu'au milieu de l'hiver, que la Scintillation, quoique très-foible, s'y fait apercevoir." Garcin in Hist. de l'Acad. des Sc. 1743 p. 30.

†) Von den Täuschungen sprechend, welche die Geschwindigkeiten des Schalles und des Lichts veranlassen, sagt Bacon: „atque hoc cum similibus nobis quandoque dubitationem peperit plane monstrosam; videlicet, utrum coeli sereni et stellati facies ad idem tempus cernatur, quando vere existit, an potius aliquanto post; et utrum non sit (quatenus ad visum coelestium) non minus tempus verum et tempus visum, quam locus verus et locus visus, qui notatur ab astronomis in parallaxibus. Adeo incredibile nobis videbatur, species sive radios corporum coelestium, per tam immensa spatia milliarium, subito deferri posse ad visum; sed potius debere eas in tempore aliquo notabili delabi. Verum illa dubitatio (quoad majus aliquod intervallum temporis inter tempus verum et visum) postea plane evanuit, reputantibus nobis ...." The Works of Francis Bacon Vol. I. Lond. 1740 (Novum Organum) p. 371. Er nimmt dann, ganz nach Art der Alten, eine eben geäußerte wahre Ansicht wieder zurück. — Vergl. Somerville, the Connexion of the Physical Sciences p. 36 und Kosmos Buch I. S. 77.

Systemes. In der neuesten Zeit ist eine dritte Methode der Messung durch Arago vorgeschlagen worden, die der Lichterscheinungen eines veränderlichen Sternes, z. B. des Algol im Perseus*). Zu diesen astronomischen Methoden gesellt sich noch eine terrestrische Messung, welche mit Scharfsinn und Glück ganz neuerlich Herr Fizeau in der Nähe von Paris ausgeführt hat. Sie erinnert an einen frühen, zu keinem Resultate leitenden Versuch von Galilei mit zwei gegenseitig zu verdeckenden Laternen.

Aus Römer's ersten Beobachtungen der Jupiterstrabanten schätzten Horrebow und Du Hamel den Lichtweg in Zeit von der Sonne zur Erde bei mittlerer Entfernung 14′ 7″, Cassini 14′ 10″; Newton†), was recht auffallend ist, der Wahrheit weit näher 7′ 30″. Delambre‡) fand, indem er bloß unter den Beobachtungen seiner Zeit die des ersten Trabanten in Rechnung nahm, 8′ 13″,2. Mit vielem Rechte hat Encke bemerkt, wie wichtig es wäre, in der sicheren Hoffnung bei der jetzigen Vollkommenheit der Fernröhre übereinstimmendere Resultate zu erlangen, eine eigene Arbeit über die Verfinsterungen des Jupitertrabanten zur Ableitung der Lichtgeschwindigkeit zu unternehmen.

Aus Bradley's, von Rigaud in Oxford wieder aufgefundenen Aberrations-Beobachtungen folgen nach der Untersuchung von Dr. Busch ||) in Königsberg für den Lichtweg von der Sonne zur Erde 8′ 12″,14; die Geschwindigkeit des Sternlichtes 41994 geogr. Mei-

---

*) S. Arago's Entwickelung seiner Methode im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 337–343. „L'observation attentive des phases d'Algol à six mois d'intervalle servira à déterminer directement la vitesse de la lumière de cette étoile. Près du maximum et du minimum le changement d'intensité s'opère lentement; il est au contraire rapide à certaines époques intermèdiaires entre celles qui correspondent aux deux états extrêmes, quand Algol, soit en diminuant, soit en augmentant d'éclat, passe par la troisième grandeur."

†) Newton, Opticks 2d Ed. (Lond. 1718) p. 325: „light moves from the sun to us 7 or 8 minutes of time." Newton vergleicht die Geschwindigkeit des Schalles (1140 feet in 1″) mit der des Lichtes. Wenn er für die letztere, nach Beobachtungen von Verfinsterungen der Jupiterstrabanten (der Tod des großen Mannes fällt ohngefähr ein halbes Jahr vor Bradley's Entdeckung der Aberration), von der Sonne zur Erde 7′ 30″ rechnet, bei der Annahme von einem Abstand von 70 Millionen englischer Meilen; so durchläuft das Licht in jeder Zeitsecunde $155555\frac{5}{9}$ engl. Meilen. Die Reduction dieser Meilen auf geographische (15=1°) ist Schwankungen unterworfen, je nachdem man die Gestalt der Erde verschieden annimmt. Nach Encke's genauen Annahmen im Jahrbuch für 1852 geben (wenn nach Dove 1 engl. Meile = 5280 engl. Fuß = 4954,206 Pariser Fuß) 69,1637 engl. Meilen auf einen Aequatorial-Grad. Für Newton's Angabe folgt demnach eine Lichtgeschwindigkeit von 33736 geogr. Meilen. Newton hat aber die Sonnen-Parallaxe zu 12″ angenommen. Ist diese, wie sie Encke's Berechnung des Venus-Durchganges gegeben hat, 8″,57116; so wird damit die Entfernung größer, und man erhält für die Lichtgeschwindigkeit (bei $7\frac{1}{2}$ Minuten) 47232 geogr. Meilen für eine Zeitsecunde: also zu viel, statt vorher zu wenig. Es ist gewiß sehr merkwürdig, und von Delambre (Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 653) nicht bemerkt worden, daß Newton, während die Angaben des Lichtweges in dem Halbmesser der Erdbahn seit Römer's Entdeckung 1675 bis zum Anfang des 18ten Jahrhunderts, übertrieben hoch, zwischen 11′ und 14′ 10″ schwankten, vielleicht auf neuere englische Beobachtungen des ersten Trabanten gestützt, der Wahrheit (dem jetzt angenommenen Struvischen Resultate) ohngefähr bis auf 47″ nahe kam. Die älteste Abhandlung, in welcher Römer, Picard's Schüler, der Akademie seine Entdeckung vortrug, war vom 22. Nov. 1675. Er fand durch 40 Aus- und Eintritte der Jupiterstrabanten „un retardement de lumière de 22 minutes par l'intervalle qui est le double de celui qu'il y a d'ici au Soleil." (Mémoires de l'Acad. de 1666–1699 T. X. 1730 p. 400). Cassini bestritt nicht die Thatsache der Verlangsamung; aber er bestritt das angegebene Zeitmaaß, weil (was sehr irrig ist) verschiedene Trabanten andere Resultate darböten. Du Hamel, der Secretär der Pariser Akademie (Regiae scientiarum Academiae Historia 1698 p. 145), giebt, 17 Jahre nachdem Römer Paris verlassen hatte, und doch ihn bezeichnend, 10 bis 11 Minuten an; aber wir wissen durch Peter Horrebow (Basis Astronomiae sive Triduum Roemerianum 1735 p. 122–129), daß Römer, als er 1704, also 6 Jahre vor seinem Tode, ein eigenes Werk über die Geschwindigkeit des Lichtes herausgeben wollte, bei dem Resultate von 11′ fest beharrte: eben so Huygens (Tract. de Lumine cap. 1 p. 7). Ganz anders verfährt Cassini; er findet für den ersten Trabanten 7′ 5″, für den zweiten 14′ 12″, und legt für seine Jupiterstafeln zum Grunde 14′ 10″ pro peragrando diametri semissi. Der Irrthum war also im Zunehmen. (Vergl. Horrebow, Triduum. p. 129; Cassini, Hypothèses et Satellites de Jupiter in den Mém. de l'Acad. 1666–1699 T. VIII. p. 435 und 475; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 751 und 782; Du Hamel, Physica p. 435.

‡) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 653.

||) Reduction of Bradley's observations at Kew and Wansted 1836 p. 22; Schumacher's astr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 309. (Vergl. Miscellaneous Works and Correspondence of the Rev. James Bradley, by Prof. Rigaud, Oxford 1832.) — Ueber die bisherigen Erklärungsversuche der Aberration nach der Undulations-Theorie des Lichts s. Doppler in den Abhandl. der kön. böhmischen Gesellschaft der Wiss. 5te Folge Bd. III. S. 745–765. Ungemein merkwürdig ist für die Geschichte großer astronomischer Entdeckungen, daß Picard mehr als ein halbes Jahrhundert vor Bradley's eigentlicher Entdeckung und Erklärung der Ursach der Aberration, wahrscheinlich seit 1667, eine wiederkehrende Bewegung des Polarsternes von ohngefähr 20″ bemerkt, welche „weder Wirkung der Parallaxe noch der Refraction sein könne und in entgegengesetzten Jahreszeiten sehr regelmäßig sei." (Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 616). Picard war auf dem Wege die Geschwindigkeit des directen Lichts früher zu entdecken, als sein Schüler Römer die Geschwindigkeit des reflectirten Lichtes bekannt machte.

len in der Secunde, und die Aberrations-Constante 20″, 2116; aber nach neueren, achtzehnmonatlichen Aberrations-Beobachtungen von Struve am großen Passage-Instrument von Pulkowa *) muß die erste dieser Zahlen ansehnlich vergrößert werden. Das Resultat dieser großen Arbeit war: 8′ 17″, 78; woraus bei der Aberrations-Constante von 20″, 4451 mit Encke's Verbesserung der Sonnen-Parallaxe im J. 1835 und der im astronomischen Jahrbuch für 1852 von ihm angegebenen Werthe des Erdhalbmessers die Lichtgeschwindigkeit von 41549 geogr. Meilen folgt. Der wahrscheinliche Fehler in der Geschwindigkeit soll kaum noch 2 geogr. Meilen betragen. Dies Struvische Resultat ist von dem Delambrischen (8′ 13″, 2), das von Bessel in dem Trab. Regiom. und bisher in dem Berliner astronomischen Jahrbuche angewandt worden ist, für die Zeit, welche der Lichtstrahl von der Sonne zur Erde braucht, um 1/110 verschieden. Als völlig abgeschlossen ist die Discussion des Gegenstandes noch nicht zu betrachten. Die früher gehegte Vermuthung, daß die Lichtgeschwindigkeit des Polarsterns in Verhältniß von 133 zu 134 schwächer sei, als die seines Begleiters, ist aber vielem Zweifel unterworfen geblieben.

Ein durch seine Kenntnisse wie durch seine große Feinheit im Experimentiren ausgezeichneter Physiker, Herr Fizeau, hat durch sinnreich construirte Vorrichtungen, in denen künstliches, sternartiges Licht von Sauerstoff und Wasserstoff durch einen Spiegel in 8633 Meter (26575 Par. Fuß) Entfernung, zwischen Suresne und La Butte Montmartre, an den Punkt zurückgesandt wird, von dem es ausgegangen, eine terrestrische Messung der Lichtgeschwindigkeit vollbracht. Eine mit 720 Zähnen versehene Scheibe, welche 12,6 Umläufe in der Secunde machte, verdeckte abwechselnd den Lichtstrahl oder ließ ihn frei durch zwischen den Zähnen des Randes. Aus der Angabe eines Zählers (compteur) glaubte man schließen zu können, daß das künstliche Licht 17266 Meter, d. i. den doppelten Weg zwischen den Stationen, in 1/18000 einer Zeitsecunde zurücklegte: woraus sich eine Geschwindigkeit von 310788 Kilometer oder (da 1 geogr. Meile 7419 Meter ist) von 41882 geogr. Meilen in der Secunde †) ergiebt. Dies Resultat käme demnach dem von Delambre (41994 Meilen) aus den Jupiterstrabanten geschlossenen am nächsten.

Directe Beobachtungen und sinnreiche Betrachtungen über die Abwesenheit aller Färbung während des Lichtwechsels der veränderlichen Sterne, auf die ich später zurückkommen werde, haben Arago zu dem Resultate geführt, daß nach der Undulations-Theorie die Lichtstrahlen, welche verschiedene Farbe, und also sehr verschiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transversal-Schwingungen haben, sich in den himmlischen Räumen mit gleicher Geschwindigkeit bewegen. Deshalb ist aber doch im Innern der verschiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungs-Geschwindigkeit und Brechung verschieden ‡). Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß im

---

*) Schum. Astr. Nachr. Bd. XXI. 1844 No. 484; Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 106 und 107 (vergl. Kosmos Buch I. S. 77). Wenn in dem Annuaire pour 1842 p. 287 die Geschwindigkeit des Lichts in der Secunde zu 308000 Kilometer oder 77000 Lieues (also jede zu 4000 Meter) geschätzt wird, so steht diese Angabe der neuen Struvischen am nächsten. Sie giebt 41507 geogr. Meilen, die der Pulkowaer Sternwarte 41549. Ueber den Unterschied der Aberration des Polarsternes und seines Begleiters, und Struve's eigene neuere Zweifel s. Mädler, Astronomie 1849 S. 393. Ein noch größeres Resultat für den Lichtweg von der Sonne zur Erde giebt William Richardson: nämlich 8′ 19″, 28, wozu die Geschwindigkeit von 41422 geogr. Meilen gehört. (Mem. of the Astron. Soc. Vol. IV. P. 1. p. 68.)

†) Fizeau giebt sein Resultat in Lieues an, deren 25 auf einen Aequatorial-Grad gehen und welche demnach 4452 Meter haben; zu 70000 solcher Lieues in der Secunde. Ueber frühere Versuche von Fizeau s. Comptes rendus T. XXIX. p. 92. In Moigno, Répert. d'Optique moderne P. III. p. 1162, ist das Resultat zu 70843 Lieues (25 = 1°) angegeben: also 42506 geogr. Meilen, dem Resultat von Bradley und Busch am nächsten.

‡) „D'après la théorie mathematique dans le système des ondes, les rayons de différentes couleurs, les rayons, dont les ondulations sont inégales, doivent néanmoins se propager dans l'Éther avec la même vitesse. Il n'y a pas de différence à cet égard entre la propagation des ondes sonores, lesquelles se propagent dans l'air avec la même rapidité. Cette égalité de propagation des ondes sonores est bien établie expérimentalement par la similitude d'effet qué produit une musique donnée à toutes distances du lieu où l'on l'exécute. La principale difficulté, je dirai l'unique difficulté qu'on eût élevée contre le système des ondes, consistait donc à expliquer, comment la vitesse de propagation des rayons de différentes couleurs dans des corps différents pouvait être dissemblable et servir à rendre compte de l'inégalité de réfraction de ces rayons ou de la dis-

Prisma die Brechung nicht durch die relative Geschwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Messungen gaben einstimmig das Resultat: daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde sich hinbewegt, denselben Brechungs-Inder darbietet als das Licht der Sterne, nach welchen die Erde sich entfernt. In der Sprache der Emissions-Hypothese sagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geschwindigkeiten aussenden, daß aber unter diesen verschiedenen Geschwindigkeiten nur eine die Empfindung des Lichts anzuregen vermag*).

Vergleicht man die Geschwindigkeit des Sonnen-, Sternen und irdischen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma sich alle auf ganz gleiche Weise verhalten, mit der Geschwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, so wird man geneigt, nach den von Wheatstone mit bewunderswürdigem Scharfsinn angeordneten Versuchen die letztere auf das mindeste für schneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem schwächsten Resultate des Wheatstonischen optischen Dreh-Apparats legt das electrische Licht in der Secunde 288000 englische Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographische Meilen †). Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, so erhält man den oben angegebenen Unterschied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Diese Angabe widerspricht scheinbar der schon von William Herschel aufgestellten Ansicht, nach der das Sonnen- und Fixsternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetischen Processes, ein perpetuirliches Nordlicht sei. Ich sage scheinbar; denn es ist wohl nicht die Möglichkeit zu bestreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, sehr verschiedenartige magneto-electrische Processe geben könne, in denen das Erzeugniß des Processes, das Licht, eine verschiedenartige Fortpflanzungs-Geschwindigkeit besäße. Zu dieser Vermuthung gesellt sich die Unsicherheit des numerischen Resultats in den Wheat-

---

persion. On a montré récemment que cette difficulté n'est pas insurmontable; qu'on peut constituer l'Ether dans les corps inégalement denses de manière que des rayons à ondulations dissemblables s'y *propagent* avec des vitesses inégales: reste à déterminer, si les conceptions des géomètres à cet égard sont conformes à la nature des choses. Voici les amplitudes des ondulations déduites expérimentalement d'une série de faits rélatifs aux interférences:

	mm
violet . . .	0,000423
jaune . . .	0,000551
rouge . . .	0,000620.

La vitesse de transmission des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes est la même dans le système des ondes et tout à fait indépendante de l'étendue ou de la vitesse des ondulations." Arago, Handschr. von 1849. Vergl. auch Annuaire pour 1842 p. 333–336. — Die Länge der Lichtwelle des Aethers und die Geschwindigkeit der Schwingungen bestimmen den Charakter der Farbenstrahlen. Zum Violet, dem am meisten refrangibeln Strahle, gehören 662; zum Roth, dem am wenigsten refrangibeln Strahle, (bei größter Wellenlänge) nur 451 Billionen Schwingungen in der Secunde.

*) „J'ai prouvé, il y a bien des années, par des observations directes que les rayons des étoiles vers lesquelles la Terre marche, et les rayons des étoiles dont la Terre s'éloigne, se réfractent exactement de la même quantité. Un tel résultat ne peut se concilier *avec la théorie de l'émission* qu'à l'aide d'une addition importante à faire à cette théorie: il faut admettre que les corps lumineux émettent des rayons de toutes les vitesses, et que les seuls rayons d'une vitesse déterminée sont visibles, qu'eux seuls produisent dans l'oeil la sensation de lumière. Dans la théorie de l'émission, le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le violet solaires sont respectivement accompagnés de rayons pareils, mais obscurs par défaut ou par excès de vitesse. A plus de vitesse correspond une moindre réfraction, comme moins de vitesse entraîne une réfraction plus grande. Ainsi chaque rayon rouge visible est accompagné de rayons obscurs de la même nature, qui se réfractent les uns plus, les autres moins que lui: ainsi *il existe des rayons dans les stries noires* de la portion rouge du spectre; la même chose doit être admise des stries situées dans les portions jaunes, vertes, bleues et violettes." Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVI. 1843 p. 404. (Vergl. auch T. VIII. 1833 T. VIII. 1839 p. 326 und Poisson, Traité de Mécanique éd. 2. 1833 T. I. § 168. Nach den Ansichten der Undulations-Theorie senden die Gestirne Wellen von unendlich verschiedenen transversalen Oscillations-Geschwindigkeiten aus.

†) Wheatstone in den Philos. Transact. of the Royal Soc. for 1834 p. 589 und 591. Aus den in dieser Abhandlung beschriebenen Versuchen scheint zu folgen, daß das menschliche Auge fähig ist Lichterscheinungen zu empfinden (p. 591), „deren Dauer auf ein Millionen-Theilchen einer Secunde eingeschränkt ist." Ueber die im Texte erwähnte Hypothese, nach welcher das Sonnenlicht unserem Polarlicht analog ist, s. Sir John Herschel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 p. 351. Der scharfsinnigen Anwendung eines durch Breguet vervollkommneten Wheatstonischen Drehungs-Apparats, um zwischen der Emissions- und Undulations-Theorie zu entscheiden, da nach der ersteren das Licht schneller, nach der zweiten langsamer durch Wasser als durch Luft geht, hat Arago schon in den Comptes rendus T. VII. 1838 p. 956 erwähnt. (Vergl. Comptes rendus pour 1850 T. XXX. p. 489–495 und 556.)

stonischen Versuchen. Ihr Urheber selbst hält dasselbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Bestätigung bedürftig," um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Versuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit seiner telegraphischen Längen-Bestimmungen von Washington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerksamkeit der Physiker lebhaft auf sich gezogen. Nach Steinheil's Beschreibung dieser Versuche war die astronomische Uhr des Observatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morse auf der Telegraphenlinie in solche Verbindung gesetzt, daß sich auf den endlosen Papierstreifen des Apparats der Gang dieser Uhr durch Punkte selbst aufzeichnete. Der electrische Telegraph trägt jedes dieser Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denselben durch ähnliche Punkte auf ihren fortrückenden Papierstreifen die Zeit von Philadelphia. Auf diese Weise können willkührliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der wesentliche Vortheil dieser amerikanischen Methode besteht," wie Steinheil sich ausdrückt, „darin, daß sie die Zeitbestimmung unabhängig von der Verbindung der beiden Sinne, — Gesicht und Gehör —, gemacht hat, indem der Uhrgang sich selbst notirt und der Moment des Sterndurchganges (nach Walker's Behauptung bis auf den mittleren Fehler von dem 70sten Theil einer Secunde) bezeichnet wird. Eine constante Differenz der verglichenen Uhrzeichen von Philadelphia und Cambridge entspringt aus der Zeit, die der electrische Strom braucht, um zweimal den Schließungskreis zwischen beiden Stationen zu durchlaufen."

Messungen, welche auf Leitungswegen von 1050 englischen oder 242 geographischen Meilen Länge angestellt wurden, gaben aus 18 Bedingungs-Gleichungen die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit des hydrogalvanischen Stromes nur zu 18700 englischen oder 4060 geographischen Meilen*), d. h. funfzehnmal langsamer als der electrische Strom in Wheatstone's Drehschreiben! Da in den merkwürdigen Versuchen von Walker nicht zwei Drähte angewandt wurden, sondern die Hälfte der Leitung, wie man sich auszudrücken pflegt, durch den feuchten Erdboden geschah; so könnte hier die Vermuthung gerechtfertigt scheinen, daß die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der Electricität sowohl von der Natur als der Dimension †) des Mediums abhängig ist. Schlechte Leiter in der Voltaischen Kette erwärmen sich stärker als gute Leiter, und die electrischen Entladungen sind nach den neuesten Versuchen von Rieß ‡) ein sehr verschiedenartig complicirtes Phänomen. Die jetzt herrschenden Ansichten über das, was man „Verbindung durch Erdreich" zu nennen pflegt, sind der Ansicht von linearer Molecular-Leitung zwischen den beiden Drahtenden und der Vermuthung von Leitungs-Hindernissen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einst als Zwischenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherstellung) der electrischen Spannung allein angehören soll.

Wenn es gleich nach den jetzigen Grenzen der Genauigkeit in dieser Art von Beobach-

*) Steinheil in Schumacher's Astr. Nachr. No. 679 (1849) S. 97–100; Walker in den Proceedings of the American Philosophical Society Vol. V. p. 128. (Vergl. ältere Vorschläge von Pouillet in den Comptes rendus T. XIX p. 1386.) Noch neuere sinnreiche Versuche von Mitchel, Director der Sternwarte von Cincinnati (Gould's Astron. Journal, Dec. 1849 p. 3: on the velocity of the electr. wave), und von Fizeau und Gounelle zu Paris (April 1850) entfernen sich zugleich von Wheatstone's und Walker's Resultaten. Auffallende Unterschiede von Leitung durch *Eisen und Kupfer* zeigen die Versuche in den Comptes *rendus T. XXX p. 439.*

†) S. Poggendorff in seinen Annalen Bd. LXXIII. 1848 S. 337 und Pouillet, Comptes rendus T. XXX. p. 501.

‡) Rieß in Poggend. Ann. Bd. 78 S. 433. — Ueber die Nichtleitung des zwischenliegenden Erdreichs s. die wichtigen Versuche von Guillemin sur le courant dans une pile isolée et sans communication entre les pôles in den Comptes rendus T. XXIX. p. 521. „Quand on remplace un fil par la terre dans les télégraphes électriques, la terre sert plutôt de réservoir commun que de moyen d'union entre les deux extrémités du fil."

tungen wahrscheinlich ist, daß die Aberrations-Constante und demnach die Lichtgeschwindigkeit aller Fixsterne dieselbe ist; so ist doch auch mehrmals der Möglichkeit gedacht worden, daß es leuchtende Weltkörper gebe, deren Licht deshalb nicht bis zu uns gelangt, weil bei ihrer ungeheuren Masse die Gravitation die Lichttheilchen zur Umkehr nöthigt. Die Emissions-Theorie giebt solchen Phantasien eine wissenschaftliche Form *). Ich erwähne hier derselben nur deshalb, weil später gewisser Eigenthümlichkeiten der Bewegung, welche dem Procyon zugeschrieben wurden und auf eine Störung durch dunkle Weltkörper zu leiten schienen, Erwähnung geschehen muß. Es ist der Zweck dieses Theils meines Werkes, das zu berühren, was zur Zeit seiner Ausarbeitung und seines Erscheinens die Wissenschaft nach verschiedenen Richtungen bewegt hat und so den individuellen Charakter einer Epoche in der siderischen wie in der tellurischen Sphäre bezeichnet.

Die photometrischen oder Helligkeits-Verhältnisse selbstleuchtender Gestirne, welche den Weltraum erfüllen, sind seit mehr als zweitausend Jahren ein Gegenstand wissenschaftlicher Beobachtung und Schätzung gewesen. Die Beschreibung des gestirnten Himmels umfaßte nicht bloß die Ortsbestimmungen, die Messung des Abstandes der leuchtenden Weltkörper von einander und von den Kreisen, welche sich auf den scheinbaren Sonnenlauf und die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes beziehen; sie berührte auch zugleich die relative Lichtstärke der Gestirne. Die Aufmerksamkeit der Menschen ist gewiß am frühesten auf den letzten Gegenstand geheftet gewesen; einzelne Sterne haben Namen erhalten, ehe man sie sich als mit anderen in Gruppen und Bildern verbunden dachte. Unter den wilden kleinen Völkerschaften, welche die dichten Waldgegenden des Oberen Orinoco und Atabapo bewohnen, an Orten, wo der undurchdringliche Baumwuchs mich gewöhnlich zwang zu Breiten-Bestimmungen nur hoch culminirende Sterne zu beobachten, fand ich oft bei einzelnen Individuen, besonders bei Greisen, Benennungen für Canopus, Achernar, die Füße des Centaur und α des südlichen Kreuzes. Hätte das Verzeichniß der Sternbilder, welches wir unter dem Namen der Catasterismen des Eratosthenes besitzen, das hohe Alter, das man ihm so lange zugeschrieben (zwischen Autolycus von Pitane und Timocharis, also fast anderthalb Jahrhunderte vor Hipparch); so besäßen wir in der Astronomie der Griechen eine Grenze für die Zeit, wo die Fixsterne noch nicht nach relativen Größen gereihet waren. Es wird in den Catasterismen bei der Aufzählung der Gestirne, welche jedem einzelnen Sternbilde zukommen, oft der Zahl der in ihnen leuchtendsten und größten, oder der dunkeln, wenig erkennbaren, gedacht †); aber keiner relativen Beziehung der Angaben von einem Sternbilde zum anderen. Die Catasterismen sind nach Bernhardy, Baehr und Letronne mehr als zwei Jahrhunderte neuer als der Catalog des Hipparchus: eine unfleißige Compilation, ein Excerpt aus dem, dem Julius Hyginus zugeschriebenen Poeticum astronomicum, wenn nicht aus dem Gedichte Ἑρμῆς des alten Eratosthenes. Jener Catalog des Hipparchus, welchen wir in der Form besitzen, die ihm im Almagest gegeben ist, enthält die erste und wichtige Bestimmung der Größen-

---

*) Mädler, Astr. S. 380. Laplace nach Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 T. I. p. 72. „Selon la théorie de l'émission on croit pouvoir démontrer que si le diamètre d'une étoile fixe serait 250 fois plus grand que celui du soleil, sa densité restant la même, l'attraction exercée à sa surface détruirait la quantité de mouvement de la molécule lumineuse émise, de sorte qu'elle serait invisible à de grandes distances." Wenn man dem Arcturus mit William Herschel einen scheinbaren Durchmesser von 0",1 zuschreibt, so folgt aus dieser Annahme, daß der wirkliche Durchmesser dieses Sterns nur 11mal größer ist als der unserer Sonne (Kosmos Buch I. S. 74 u. Anm. *). Nach der obigen Betrachtung über eine der Ursachen des Nichtleuchtens würde bei sehr verschiedenen Dimensionen der Weltkörper die Licht-Geschwindigkeit verschieden sein müssen, was bisher durch die Beobachtung keineswegs bestätigt ist. (Arago in den Comptes rendus T. VIII. p. 326: „les expériences sur l'égale déviation prismatique des étoiles vers lesquelles la terre marche ou dont elle s'éloigne, rend compte de l'égalité de vitesse apparente des rayons de toutes les étoiles.")

†) Eratosthenes, Catasterismi ed. Schaubach 1795 und Eratosthenica ed. God. Bernhardy 1822 p. 110–116. Die Beschreibung unterscheidet unter den Sternen λαμπροὺς (μεγάλους) und ἀμαυροὺς (cap. 2, 11, 41). Eben so Ptolemäus; bei ihm beziehen sich οἱ ἀμόρφωτοι nur auf die Sterne, welche nicht förmlich zu einem Sternbilde gehören.

classen (Helligkeits-Abstufungen) von 1022 Sternen, also ungefähr von $1/5$ aller am ganzen Himmel mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zwischen 1ter und 6ter Größe, letztere mit eingeschlossen. Ob die Schätzungen von Hipparchus allein herrühren, ob sie nicht vielmehr theilweise den Beobachtungen des Timocharis oder Aristyllus angehören, welche von Hipparchus so oft benutzt wurden; bleibt ungewiß.

Diese Arbeit ist die wichtige Grundlage gewesen, auf welcher die Araber und das ganze Mittelalter fortgebauet; ja die bis in das 19te Jahrhundert übergegangene Gewohnheit, die Zahl der Sterne erster Größe auf 15 zu beschränken (Mädler zählt deren 18, Rümker nach sorgfältigerer Erforschung des südlichen Himmels über 20), stammt aus der Classification des Algamest am Schluß der Sterntafel des achten Buches her. Ptolemäus, auf das natürliche Sehen angewiesen, nannte dunkle Sterne alle, welche schwächer als seine 6te Classe leuchten; von dieser Classe führt er sonderbarerweise nur 49 auf, fast gleichartig unter beide Hemisphären vertheilt. Erinnert man sich, daß das Verzeichniß ohngefähr den fünften Theil aller dem bloßen Auge sichtbaren Fixsterne aufführt, so hätte dasselbe, nach Argelanders Untersuchungen, 640 Sterne 6ter Größe geben sollen. Die Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) des Ptolemäus und der Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes sind meist kleine Sternschwärme*), welche bei der reineren Luft des südlichen Himmels als Nebelflecke erscheinen. Ich gründe diese Vermuthung besonders auf die Angabe eines Nebels an der rechten Hand des Perseus. Galilei, der so wenig als die griechischen und arabischen Astronomen den dem bloßen Auge sichtbaren Nebelfleck der Andromeda kannte, sagt in Nuncius sidereus selbst, daß stellae nebulosae nichts anders sind, als Sternhaufen, die wie areolae sparsim per aethera fulgent †). Das Wort Größenordnung (τῶν μεγάλων τάξις), obgleich auf den Glanz beschränkt, hat doch schon im 9ten Jahrhunderte zu Hypothesen über die Durchmesser der Sterne verschiedener Helligkeit geführt ‡): als hinge die Intensität des Lichts nicht zugleich von der Entfernung, dem Volum, der Masse und der eigenthümlichen, den Lichtproceß begünstigenden, Beschaffenheit der Oberfläche eines Weltkörpers ab.

Zur Zeit der mongolischen Obergewalt, als im 15ten Jahrhundert unter dem Timuriden Ulugh Beig die Astronomie in Samarkand in größter Blüthe war, erhielten photometrische Bestimmungen dadurch einen Zuwachs, daß jede der 6 Classen der hipparchischen und ptolemäischen Sterngrößen in 3 Unterabtheilungen getheilt wurde; man unterschied kleine, mittlere und große Sterne der zweiten Größe: was an die Versuche zehntheiliger Abstufungen von Struve und Argelander erinnert ||). In den Tafeln von Ulugh Beig wird dieser photometrische Fortschritt, die genauere Bestimmung der Lichthelligkeiten, dem Abdurrahman Sufi zugeschrieben, welcher ein eigenes Werk „von der Kenntniß der Fixen" herausgegeben hatte und zuerst der einen (Malleganischen) Lichtwolke unter dem Namen des Weißen Ochsen erwähnte. Seit der Einführung des telescopischen Sehens und seiner allmäligen Vervollkommnung wurden die Schätzungen der Lichtabstufung weit über die 6te Classe ausgedehnt. Das Bedürfniß, die im Schwan und im Ophiuchus neu erschienenen Sterne (der erstere blieb 21 Jahre lang leuchtend) in der Zunahme und Abnahme ihres Lichtes mit dem Glanze anderer Sterne zu vergleichen, reizte zu photometrischen Betrachtungen. Die sogenannten dunkeln Sterne des Ptolemäus (unter der 6ten Größe) erhielten numerische Benennungen relativer Licht-Intensität. „Astronomen," sagt Sir John Herschel, „welche an den Gebrauch mächtiger, raum-

*) Ptol. Almag. ed. Halma T. II. p. 40 und in Eratosth. Catast. cap. 22 pag. 18: ἡ δὲ κεφαλὴ καὶ ἡ ἅρπη ἄναπτος ὁρᾶται, διὰ δὲ νεφελώδους συστροφῆς δοκεῖ τισιν ὁρᾶσθαι. Eben so Geminus, Phaen. (ed Hilder. 1590) p. 46.

†) Kosmos Buch II. S. 368 und Anm. ||).

‡) Muhamedis Alfragani Chronologica et Astr. Elementa 1590 cap. XXIV p. 118.

||) Einige Handschriften des Almagest deuten auch auf solche Unterabtheilungen oder Zwischenclassen hin, da sie den Größen-Bestimmungen die Wörter μείζων oder ἐλάσσων zufügen (Cod. Paris. No. 2389). Tycho drückte diese Mehrung und Minderung durch Punkte aus.

durchdringender Fernröhre gewöhnt sind, verfolgen abwärts die Reihung der Lichtschwäche von der 8ten bis zur 16ten Größe*)." Aber bei so schwachem Lichtglanze sind die Benennungen der Größenclassen theilweise sehr unbestimmt, da Struve bisweilen zur 12ten bis 13ten Größe zählt, was John Herschel 18ter bis 20ter nennt.

Es ist hier nicht der Ort, die sehr ungleichartigen Methoden zu prüfen, welche in anderthalb Jahrhunderten, von Auzout und Huygens bis Bouguer und Lambert, von William Herschel, Rumford und Wollaston bis Steinheil und John Herschel, zu Lichtmessungen angewandt worden sind. Es genügt nach dem Zweck dieses Werkes die Methoden übersichtlich zu nennen. Sie waren: Vergleichung mit den Schatten künstlicher Lichter, in Zahl und Entfernung verschieden; Diaphragmen; Plangläser von verschiedener Dicke und Farbe; künstliche Sterne, durch Reflex auf Glaskugeln gebildet; Nebeneinander-Stellung von zwei siebenfüßigen Telescopen, bei denen man fast in einer Secunde von einem zum anderen gelangen konnte: Reflexions-Instrumente, in welchen man zwei zu vergleichende Sterne zugleich sieht, nachdem das Fernrohr vorher so gestellt worden ist, daß der unmittelbar gesehene Stern zwei Bilder von gleicher Intensität gegeben hat†); Apparate mit einem vor dem Objectiv angebrachten Spiegel und mit Objectiv-Blendungen, deren Drehung auf einem Ringe gemessen wird; Fernröhre mit getheilten Objectiven, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhält; Astrometer‡), in welchen ein Prisma das Bild des Mondes oder des Jupiter reflectirt, und durch eine Linse in verschiedenen Entfernungen das Bild zu einem lichtvolleren oder lichtschwächeren Stern concentrirt wird. Der geistreiche Astronom, welcher in der neuesten Zeit in beiden Hemisphären sich am eifrigsten mit der numerischen Bestimmung der Lichtstärke beschäftigt hat, Sir John Herschel, gesteht doch nach vollbrachter Arbeit selbst, daß die praktische Anwendung genauer photometrischer Methoden noch immer als „ein Desideratum der Astronomie" betrachtet werden müsse, daß „die Lichtmessung in der Kindheit liege." Das zunehmende Interesse für die veränderlichen Sterne, und eine neue Himmelsbegebenheit, die außerordentliche Lichtzunahme eines Sternes im Schiffe Argo im Jahre 1837, haben das Bedürfniß sicherer Lichtbestimmung jetzt mehr als je fühlen lassen.

Es ist wesentlich zu unterscheiden zwischen der bloßen Reihung der Gestirne nach ihrem

---

*) Sir John Herschel, Outl. of Astr. p. 520–527.

†) Das ist die Anwendung des Spiegelsextanten zur Bestimmung der Lichtstärke der Sterne, dessen ich mich mehr noch als der Diaphragmen, die mir Borda empfohlen hatte, unter den Tropen bedient habe. Ich begann die Arbeit unter dem schönen Himmel von Cumana, und setzte sie später in der südlichen Hemisphäre, unter weniger günstigen Verhältnissen, auf der Hochebene der Andes und an dem Südsee-Ufer bei Guayaquil bis 1803 fort. Ich hatte mir eine willkührliche Scale gebildet, in der ich Sirius als den glänzendsten aller Firsterne = 100 setzte; die Sterne 1ster Größe zwischen 100 und 80, die 2ter Größe zwischen 80 und 60, die 3ter Größe zwischen 60 und 45, die 4ter zwischen 45 und 30, die 5ter zwischen 30 und 20. Ich musterte besonders die Sternbilder des Schiffes und des Kraniche, in denen ich seit La Caille's Zeit Veränderungen zu finden glaubte. Mir schien, nach sorgfältigen Combinationen der Schätzung und andere Sterne als Mittelstufen benutzend, Sirius so viel lichtstärker als Canopus wie α Centauri lichtstärker ist als Achernar. Meine Zahlen können wegen der oben erwähnten Classification keineswegs unmittelbar mit denen verglichen werden, welche Sir John Herschel schon seit 1838 bekannt gemacht hat. (S. mein Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. LXXI und Relat. hist. du Voy. aux Régions équin. T. I. p. 518 und 624; auch Lettre de Mr. de Humboldt à Mr. Schumacher en févr. 1839, in den Astr. Nachr. No. 374. In diesem Briefe heißt es: „Mr. Arago, qui possède des moyens photométriques entièrement différent de ceux qui ont été publiés jusqu'ici, m'avait rassuré sur la partie des erreurs qui pouvaient provenir du changement d'inclinaison d'un miroir entamé sur la face intérieure. Il blâme d'ailleurs le principe de ma méthode et le regarde comme peu susceptible de perfectionnement, non seulement à cause de la différence des angles entre l'étoile vue directement et celle qui est amenée par réflexion, mais surtout parce que le résultat de la mesure d'intensité dépend de la partie de l'oeil qui se trouve en face de l'oculaire. Il y a erreur lorsque la pupille n'est pas très exactement à la hauteur de la limite inférieure de la portion non entamée du petit miroir."

‡) Vergl. Steinheil, Elemente der Helligkeits-Messungen am Sternenhimmel München 1836 (Schum. Astr. Nachr. No. 609) und John Herschel, Results of Astronomical Observations made during the years 1834–1838 at the Cape of Good Hope (Lond. 1847), p. 353–357. Mit dem Photometer von Steinheil hat Seidel 1846 die Lichtquantitäten mehrerer Sterne erster Größe, welche in unseren nördlichen Breiten in hinreichender Höhe erscheinen, zu bestimmen versucht. Er setzt Wega = 1 und findet dann: Sirius 5, 13; Rigel, dessen Glanz im Zunehmen sein soll, 1, 30; Arcturus 0, 84; Capella 0, 83; Procyon 0, 71; Spica 0, 49; Atair 0, 40; Aldebaran 0, 36; Deneb 0, 35; Regulus 0, 34; Pollux 0, 30; Beteigeuze fehlt, weil er veränderlich ist: wie sich besonders zwischen 1836 und 1839 (Outlines p. 523) gezeigt hat.

Glanze, ohne numerische Schätzungen der Intensität des Lichtes (eine solche Reihung enthält Sir John Herschel's wissenschaftliches Handbuch für Seefahrer); und zwischen Classificationen mit zugefügten Zahlen, welche die Intensität unter der Form sogenannter Größen-Verhältnisse oder durch die gewagteren Angaben der Quantitäten des ausgestrahlten Lichtes ausdrücken *). Die erste Zahlenreihe, auf Schätzungen mit dem bloßen Auge gegründet, aber durch sinnreiche Bearbeitung des Stoffes †) vervollkommnet, verdient unter den approximativen Methoden in dem gegenwärtigen so unvollkommenen Zustande der photometrischen Apparate wahrscheinlich den Vorzug: so sehr auch bei ihr durch die Individualität des Beobachters, die Heiterkeit der Luft, die verschiedene Höhe weit von einander entfernter und nur vermöge vieler Mittelglieder zu vergleichender Sterne, vor allem aber durch die ungleiche Färbung des Lichtes die Genauigkeit der Schätzungen gefährdet wird. Sehr glänzende Sterne erster Größe: Sirius und Canopus, α Centauri und Achernar, Deneb und Wega, sind schon, bei weißem Lichte, weit schwieriger durch Schätzung des bloßen Auges mit einander zu vergleichen als schwächere Sterne unter der 6ten und 7ten Größe. Die Schwierigkeit der Vergleichung nimmt bei Sternen sehr intensiven Lichtes aber noch zu, wenn gelbe Sterne, Procyon, Capella oder Atair, mit röthlichen, wie Aldebaran, Arctur und Beteigeuze, verglichen werden sollen ‡).

Mittelst einer photometrischen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelsterne α Centauri des südlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtstärke, hat Sir John Herschel es versucht, das Verhältniß zwischen der Intensität des Sonnenlichtes und dem Lichte eines Sternes 1ster Größe zu bestimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaston) ein Wunsch erfüllt, den John Michell ||) schon 1767 ausgesprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Messungen, mit einem prismatischen Apparate veranstaltet, fand Sir John Herschel den Vollmond 27408mal heller als α Centauri. Nun ist nach Wollaston ¶) die Sonne 801072mal lichtstärker als der Vollmond; es folgt also daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zusendet, sich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ohngefähr verhält wie 22000 Millionen zu 1. Es ist demnach sehr wahrscheinlich, wenn man nach seiner Parallaxe die Entfernung des Sternes in Anschlag bringt, daß dessen innere (absolute) Leuchtkraft die unserer Sonne $2^{3}/_{10}$mal übersteigt. Die Helligkeit von Sirius hat Wollaston 20000 Millionen Male schwächer gefunden als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallaxe des Sirius zu wissen glaubt (0″, 230), überträfe aber seine wirkliche (absolute) Lichtstärke die der Sonne 63mal **). Unsere Sonne gehörte

---

*) Vergl. für die numerischen Fundamente photometrischer Resultate 4 Tafeln von Sir John Herschel in den Cap-Beobachtungen a) p. 341; b) p. 367–371; c) p. 440 und d) in den Outlines of Astr. p. 522–525 und 645–646. Für eine bloße Reihung ohne Zahlen s. das Manual of scient. Enquiry prepared for the use of the Navy 1849 p. 12. Um die bisher übliche conventionelle Sprache (die alte Classen-Eintheilung nach Größen) zu vervollkommnen, ist in den Outlines of Astronomy p. 645 der vulgar Scale of Magnitudes, die am Ende dieses Abschnittes mit Verbindung der nördlichen und südlichen Sterne eingeschaltet werden soll, eine Scale of photometric Magnitudes beigefügt, bloß durch Addition von 0, 41, wie in der Capreise p. 370 umständlicher erklärt wird.

†) Argelander, Durchmusterung des nördl. Himmels zwischen 45° und 80° Decl. 1846 S. XXIV–XXVI; Sir John Herschel, Astr. Observ. at the Cape of Good Hope p. 327, 340 und 365.

‡) A. a. O. p. 304 und Outl. p. 522.

||) Philos. Transact. Vol. LVII for the year 1767 p 234.

¶) Wollaston in den Philos. Transact. for 1829 p. 27, Herschel's Outlines p. 553. Wollaston's Vergleichung des Sonnen- und Mondlichts ist von 1799 und auf Schatten von Kerzenlicht gegründet, während daß in den Versuchen mit Sirius 1826 und 1827 von einer Glaskugel reflectirte Bilder angewandt wurden. Die früheren Angaben der Intensität der Sonne im Verhältniß zum Monde weichen sehr von dem hier gegebenen Resultate ab. Sie waren bei Michell und Euler aus theoretischen Gründen 450000 und 374000, bei Bouguer nach Messungen von Schatten der Kerzenlichte gar nur 300000. Lambert will, daß Venus in ihrer größten Lichtstärke 3000mal schwächer als der Vollmond sei. Nach Steinbeil müßte die Sonne 3286500mal weiter entfernt werden, als sie es jetzt ist, um dem Erdbewohner wie Arctur zu erscheinen (Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae p. CLXIII); und Arctur hat nach John Herschel für uns nur die halbe Lichtstärke von Canopus (Herschel, Observ. at the Cape p. 34). Alle diese Intensitäts-Verhältnisse, besonders die wichtige Vergleichung der Lichtstärke von Sonne, Vollmond und dem nach Stellung zur reflectirenden Erde so verschiedenen aschfarbigen Lichte unseres Trabanten, verdienen eine endliche, viel ernstere Untersuchung.

**) Outl. of Astr. p. 553, Astr. Observ. at the Cape p. 363.

also durch die Intensität ihrer Lichtprocesse zu den schwachen Fixsternen. Sir John Herschel schätzt die Lichtstärke des Sirius gleich dem Lichte von fast zweihundert Sternen 6ter Größe. Da es nach Analogie der schon eingesammelten Erfahrungen sehr wahrscheinlich ist, daß alle Weltkörper wenn auch nur in sehr langen und ungemessenen Perioden, veränderlich sind im Raume wie in der Lichtstärke; so erscheint, bei der Abhängigkeit alles organischen Lebens von der Temperatur und Lichtstärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie wie ein großer und ernster Zweck wissenschaftlicher Untersuchung. Diese Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten, künftigen Geschlechtern numerische Bestimmungen zu hinterlassen über den Lichtzustand des Firmaments. Viele geognostische Erscheinungen, welche sich beziehen auf die thermische Geschichte unseres Luftkreises, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden. Auch waren solche Betrachtungen schon vor mehr als einem halben Jahrhundert dem großem Forscher William Herschel nicht entgangen, welcher, ehe noch der enge Zusammenhang von Electricität und Magnetismus entdeckt war, die ewig leuchtenden Wolkenhüllen des Sonnenkörpers mit dem Polarlichte des Erdballes verglich *).

Das vielversprechendste Mittel directer Messung der Lichtstärke hat Arago in dem Complementar-Zustande der durch Transmission und Reflexion gesehenen Farbenringe erkannt. Ich gebe in einer Anmerkung †) mit den eigenen Worten meines Freundes die Angabe seiner photometrischen Methode, der er auch den optischen Grundsatz, auf welchem sein Cyanometer beruht, beigefügt hat.

Die sogenannten Größen-Verhältnisse der Fixsterne, welche jetzt unsere Cataloge und Sternkarten angeben, führen zum Theil als gleichzeitig auf, was bei den kosmischen Lichtveränderungen sehr verschiedenen Zeiten zugehört. Ein sicheres Kennzeichen solcher Lichtveränderungen ist aber nicht immer, wie lange angenommen worden ist, die Reihenfolge der

---

*) William Herschel on the Nature of the Sun and Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1795 p. 62 und on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186. Vergl. auch Sir John Herschel, Observ. at the Cape p. 350–352.

†) Extrait d'une Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt (mai 1850).

a) *Mesures photométriques.*

„Il n'existe pas de Photomètre proprement dit, c'est-à-dire d'instrument donnant l'intensité d'une lumière isolée; le Photomètre de Leslie, à l'aide duquel il avait eu l'audace de vouloir comparer la lumière de la lune à la lumière du soleil, par des actions calorifiques, est complètement défectueux. J'ai prouvé, en effet, que ce prétendu Photomètre monte quand on l'expose à la lumière du soleil, qu'il descend sous l'action de la lumière du feu ordinaire, et qu'il reste complètement stationnaire lorsqu'il reçoit la lumière d'une lampe d'Argand. Tout ce qu'on a pu faire jusqu'ici, c'est de comparer entr'elles deux lumières en présence, et cette comparaison n'est même à l'abri de toute objection que lorsqu'on ramène ces deux lumières à l'égalité par un affaiblissement graduel de la lumière la plus fort. C'est comme criterium de cette égalité que j'ai employé les anneaux colorés. Si on place l'une sur l'autre deux lentilles d'un long foyer, il se forme autour de leur point de contact des anneaux colorés tant par voie de réflexion que par voie de transmission. Les anneaux réfléchis sont complémentaires en couleur des anneaux transmis; ces deux séries d'anneaux se neutralisent mutuellement quand les deux lumières qui les forment et qui arrivent simultanément sur les deux lentilles, sont égales entr'elles.

„Dans le cas contraire on voit des traces ou d'anneaux réfléchis ou d'anneaux transmis, suivant que la lumière qui forme les premiers, est plus forte ou plus faible que la lumière à laquelle on doit les seconds. C'est dans ce sens seulement que les anneaux colorés jouen un rôle dans les mesures de la lumière auxquelles je me suis livré.

b) *Cyanomètre.*

„Mon cyanomètre est une extension de mon polariscope. Ce dernier instrument, comme tu sais, se compose d'un tube fermé à l'une de ses extrémités par une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, de 5 millimètres d'épaisseur; et d'un prisme doué de la double réfraction, placé du côté de l'oeil. Parmi les couleurs variées que donne cet appareil, lorsque de la lumière polarisée le traverse, et qu'on fait tourner le prisme sur lui-même, se trouve par un heureux hasard la nuance du bleu de ciel. Cette couleur bleue fort affaiblie, c'est-à-dire très mélangée de blanc lorsque la lumière est presque neutre, augmente d'intensité — progressivement à mesure que les rayons qui pénètrent dans l'instrument, renferment une plus grande proportion de rayons polarisés.

„Supposons donc que le polariscope soit dirigé sur une feuille de papier blanc; qu'entre cette feuille et la lame de cristal de roche il existe une pile de plaques de verre susceptible de changer d'inclinaison, ce qui rendra la lumière éclairante du papier plus ou moins polarisée; la couleur bleue fournie par l'instrument va en augmentant avec l'inclinaison de la pile, et l'on s'arrête lorsque cette couleur paraît la même que celle de la région de l'atmosphère dont on veut déterminer la teinte cyanométrique, et qu'on regarde á l'oeil nu immédiatement à côte de l'instrument. La mesure de cette teinte est donnée par l'inclinaison de la pile. Si cette dernière partie de l'instrument se compose du même nombre de plaques et d'une même espèce de verre, les observations faites dans divers lieux seront parfaitement comparables entr'elles."

staben, welche in der seit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts so viel gebrauchten Urano metria Bayeri den Sternen beigefügt sind. Argelander hat glücklich erwiesen, daß ma von dem alphabetischen Vorrange nicht auf die relative Helligkeit schließen kann, und da Bayer in der Wahl der Buchstaben sich von der Gestalt und Richtung der Sternbilde habe leiten lassen *).

Photometrische Reihung der Fixsterne.

Ich beschließe diesen zweiten Abschnitt mit einer Tafel, welche den Outlines of Astronom von Sir John Herschel pag. 645 und 646 entnommen ist. Ich verdanke die Zusammen stellung und lichtvolle Erläuterung derselben meinem gelehrten Freunde Herrn Dr. Galle und lasse einen Auszug seines an mich gerichteten Briefes (März 1850) hier folgen:

„Die Zahlen der photrometic scale in den Outlines of Astronomy sind Rechnungs Resultate aus der vulgar scale, mittelst durchgängiger Addition von 0,41 erhalten. Z diesen genaueren Größen-Bestimmungen der Sterne ist der Verf. durch beobachtete Reihen folgen (sequences) ihrer Helligkeit und Verbindung dieser Beobachtungen mit den durch schnittlichen gewöhnlichen Größenangaben gelangt (Capreise p. 304—352), wobei insbe sondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grund gelegt sind (p. 305). Die eigentlichen photometrischen Messungen mehrerer Sterne mittel des Astrometers (Capreise p. 353 flgd.) sind bei dieser Tafel nicht unmittelbar benutz sondern haben nur im allgemeinen gedient, um zu sehen, wie die gewöhnliche Scale (1, 2 3te ... Größe) sich zu den wirklichen Licht-Quantitäten der einzelnen Sterne verhält Dabei hat sich denn das allerdings merkwürdige Resultat gefunden, daß unsere gewöhnli chen Sterngrößen (1, 2, 3 ...) ungefähr so abnehmen, wie wenn man einen Stern erste Größe nach und nach in die Entfernungen 1, 2, 3 ... brächte, wodurch seine Helligkeit nac photometrischem Gesetz die Werthe 1, $1/4$, $1/9$, $1/16$ ... erlangen würde (Capreise p. 371, 372 Outlines p. 521, 522); um aber die Uebereinstimmung noch größer zu machen, sind unser bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen: daß ein Stern 2,00ter Größe künftig 2,41ter Größe genannt wird, ein Stern 2,5ter Größ künftig 2,41ster Größe genannt wird, ein Stern 2,5ter Größe künftig 2,91ster Größe u. s. w Sir John Herschel schlägt daher diese „photometrische" (erhöhte) Scale zur Annahme vo (Capreise p. 372, Outl. p. 522), welchem Vorschlage man wohl nur beistimmen kann Denn einestheils ist der Unterschied von der gewöhnlichen Scale kaum merklich (would hardl be felt, Capreise p. 372); anderntheils kann die Tafel Outlines p. 645 flgd. bis zur vierte Größe hinab als Grundlage bereits dienen: und die Größen-Bestimmung der Sterne nac dieser Regel — daß nämlich die Helligkeiten der Sterne 1, 2, 3, 4ter ... Größe sich gena wie 1, $1/4$, $1/9$, $1/16$ ... verhalten sollen, was sie näherungsweise schon jetzt thun — ist dem nach zum Theil bereits ausführbar. Als Normalstern erster Größe für die photometri scale und als Einheit der Lichtmenge wendet Sir John Herschel α Centauri an (Outl. p 523, Capreise p. 372). Wenn man demnach die photometrische Größe eines Sterns qua drirt, hat man das umgekehrte Verhältniß seiner Lichtmenge zu der von α Centauri. S z. B. hat κ Orionis die photometrische Größe 3, enthält daher $1/9$ so viel Licht als α Centauri Zugleich würde die Zahl 3 anzeigen, daß κ Orionis 3mal weiter von uns entfernt ist al α Centauri, wenn beide Sterne gleich große und gleich helle Körper sind. Bei der Wahl eine anderen Sterns, z. B. des 4fach helleren Sirius als Einheit der die Entfernungen andeu tenden photometrischen Größen würde sich die erwähnte Gesetzmäßigkeit nicht so einfach er kennen lassen. Auch ist es nicht ohne Interesse, daß von α Centauri die Entfernung m Wahrscheinlichkeit bekannt und daß dieselbe von den bis jetzt untersuchten die kleinste ist.— Die mindere Zweckmäßigkeit anderer Scalen als der photometrischen (welche nach de Quadraten fortschreitet: 1, $1/4$, $1/9$, $1/16$ ...) behandelt der Verfasser in den Outlines p. 52 Er erwähnt daselbst geometrische Progressionen: z. B. 1, $1/2$, $1/4$, $1/8$ ... oder 1, $1/3$, $1/9$, $1/27$ ...

---

*) Argelander de fide Uranometriae Bayeri 1842 p. 14—23. „In eadem classe littera prior majorem splendorem nullo modo indicate" (§ 9). Durch Bayer ist demnach gar nicht erwiesen, daß Castor 160 lichtstärker gewesen sei als Pollux.

Nach Art einer arithmetischen Progression schreiten die von Ihnen in den Beobachtungen unter dem Aequator während Ihrer amerikanischen Expedition gewählten Abstufungen fort (Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. LXXI und Schumacher, Astron. Nachr. No. 374). Alle diese Scalen schließen sich der vulgar scale weniger an als die photometrische (quadratische) Progression. — In der beigefügten Tafel sind die 190 Sterne der Outlines, ohne Rücksicht auf südliche oder nördliche Declination, nur nach den Größen geordnet."

Verzeichniß von 190 Sternen erster bis dritter Größe, nach den Bestimmungen von Sir John Herschel geordnet, und mit genauerer Angabe sowohl der gewöhnlichen Größe als der von demselben vorgeschlagenen Eintheilung nach photometrischer Größe.

Sterne erster Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Sirius	0,08	0,49	Capella	1,0:	1,4:	β Centauri	1,17	1,58
η Argus (Var.)	—	—	α Lyrae	1,0:	1,4:	α Crucis	1,2	1,6
Canopus	0,29	0,70	Procyon	1,0:	1,4:	Antares	1,2	1,6
α Centauri	0,59	1,00	α Orionis	1,0:	1,43	α Aquilae	1,28	1,69
Arcturus	0,77	1,18	α Eridani	1,09	1,50	Spica	1,38	1,79
Rigel	0,82	1,23	Aldebaran	1,1:	1,5:			

Sterne zweiter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Fomalhaut	1,54	1,95	ζ Orionis	2,01	2,42	δ Canis	2,32	2,73
β Crucis	1,57	1,98	β Argus	2,03	2,44	α Pavonis	2,33	2,74
Pollux	1,6:	2,0:	α Persei	2,07	2,48	γ Leonis	2,34	2,75
Regulus	1,6:	2,0:	γ Argus	2,08	2,49	β Gruis	2,36	2,77
α Gruis	1,66	2,07	ε Argus	2,18	2,59	α Arietis	2,40	2,81
γ Crucis	1,73	2,14	η Ursae (Var.)	2,18	2,59	σ Sagittarii	2,41	2,82
ε Orionis	1,84	2,25	γ Orionis	2,18	2,59	δ Argus	2,42	2,83
ε Canis	1,86	2,27	α Triang. austr.	2,23	2,64	ζ Ursae	2,43	2,84
λ Scorpii	1,87	2,28	ε Sagittarii	2,26	2,67	β Andromedae	2,45	2,86
α Cygni	1,90	2,31	β Tauri	2,28	2,69	β Ceti	2,46	2,87
Castor	1,94	2,35	Polaris	2,28	2,69	λ Argus	2,46	2,87
ε Ursae (Var.)	1,95	2,36	ϑ Scorpii	2,29	2,70	β Aurigae	2,48	2,89
α Ursae (Var.)	1,96	2,37	α Hydrae	2,30	2,71	γ Andromedae	2,50	2,91

Sterne dritter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
γ Cassiopeiae	2,52	2,93	α Coronae	2,69	3,10	α Serpentis	2,92	3,33
α Andromedae	2,54	2,95	γ Ursae	2,71	3,12	δ Leonis	2,94	3,35
ϑ Centauri	2,54	2,95	ε Scorpii	2,71	3,12	κ Argus	2,94	3,35
α Cassiopeiae	2,57	2,98	ζ Argus	2,72	3,13	β Corvi	2,95	3,36
β Canis	2,58	2,99	β Ursae	2,77	3,18	β Scorpii	2,96	3,37
κ Orionis	2,59	3,00	α Phoenicis	2,78	3,19	ζ Centauri	2,96	3,37
γ Geminorum	2,59	3,00	ι Argus	2,80	3,21	ζ Ophiuchi	2,97	3,38
δ Orionis	2,61	3,02	ε Bootis	2,80	3,21	α Aquarii	2,97	3,38
Algol (Var.)	2,62	3,03	α Lupi	2,82	3,23	π Argus	2,98	3,39
ε Pegasi	2,62	3,03	ε Centauri	2,82	3,23	γ Aquilae	2,98	3,39
γ Draconis	2,62	3,03	η Canis	2,85	3,26	δ Cassiopeiae	2,99	3,40
β Leonis	2,63	3,04	β Aquarii	2,85	3,26	δ Centauri	2,99	3,40
α Ophiuchi	2,63	3,04	δ Scorpii	2,86	3,27	α Leporis	3,00	3,41
β Cassiopeiae	2,63	3,04	ε Cygni	2,88	3,29	δ Ophiuchi	3,00	3,41
γ Cygni	2,63	3,04	η Ophiuchi	2,89	3,30	ζ Sagittarii	3,01	3,42
α Pegasi	2,65	3,06	γ Corvi	2,90	3,31	η Bootis	3,01	3,42
β Pegasi	2,65	3,06	α Cephei	2,90	3,31	η Draconis	3,02	3,43
γ Centauri	2,68	3,09	η Centauri	2,91	3,32	π Ophiuchi	3,05	3,46

—

sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße,
flecken gemengt.

fragmentarischen Astrognosie an eine zuerst
worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe
ernschichten, wie mit einem allverbreiteten
schwächtem Lichte im Durchgange durch den
er Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein
wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht
gesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich
ein ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene
e lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel
ment. Man nennt diese Jahreszeit el tiempo
önsten Sterne der südlichen Hemisphäre, nicht
Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum
ige einmal der Umriß der Sonnenscheibe zu er-
e durch gefärbte Blendgläser gesehen: gewöhn-
ı blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Süd-
nt dann die Küste, und segelt, aller Breiten-Be-
orüber, in welche er einlaufen soll. Eine Incli-
der dortigen Richtung der magnetischen Curven,
n andern Orte gezeigt habe.

Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's
ort. Eine ernstere Betrachtung knüpft sich noch an
Entladung unfähige, blitz- und donnerlose Dunst-
ölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und schneebe-
s uns die neuere Geologie über die alte Geschichte
uß sein primitiver Zustand in Mischung und Dichte
ıftig gewesen sein. Wenn man nun der vielfachen
: die Scheidung des Festen, des Flüssigen und Gas-
wirkt haben; so kann man sich nicht des Gedankens
er Gefahr gewesen ist, von einer undurchsichtigeren,
nig hinderlichen, aber die ganze Sterndecke verhüllen-
Alle Kenntniß des Weltbaus wäre dann dem For-
ßer uns schiene nichts Geschaffenes vorhanden zu sein
le ein isolirtes Dreigestirn, würden scheinbar Sonne,
füllen. Eines großartigen, ja des erhabensten Theils
bt, würde der Mensch aller der Anregungen entbehren,
e seit Jahrtausenden unablässig geleitet und einen so
ıdsten Fortschritte in den höheren Kreisen mathemati-
haben. Ehe zur Aufzählung dessen übergangen
t; gedenkt man gern der Gefahr, der die geistige Aus-
n ist, der physischen Hindernisse, welche dieselbe unab-

er Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, sind
el Firsterne werden mit bloßen Augen gesehen? wie

rkung †) | †) A. a. O. Buch I. S. 91 Anm. *).

viele von diesen sind allmälig mit ihren Ortsbestimmungen (nach Länge und Breite,
nach ihrer geraden Aufsteigung und Abweichung) in Verzeichnisse gebracht? welches i
Zahl der Sterne von erster bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ga
Himmel gesehen werden? Diese drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Mat
der Beobachtung, wenigstens annäherungsweise beantwortet werden. Anderer Art sin
bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchstraß
gründet, die theoretische Lösung der Frage berühren: wie viel Sterne würden durch
schel's 20füßiges Telescop am ganzen Himmel unterschieden werden? das Sterne
mit eingerechnet, von dem man glaubt*), „daß es 2000 Jahre braucht, um zu un
gelangen."

Die numerischen Angaben, welche ich über diesen Gegenstand hier veröffentliche, geh
besonders in den Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director
Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen
mels" aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sterncataloge von neuem aufmerksa
prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Clas
organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen mancherlei Ungewißheit,
Sterne 6 . 7ter Größe sich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl e
man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Aug
ganzen Himmel sichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixsterne nach Verschiedenhei
Größen bestimmt Argelander †), bis zur 9ten Größe hinabsteigend, ohngefähr in folgen
Verhältniß:

---

*) On the space-penetrating power of telescopes in Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 803.

†) Ich kann nicht versuchen in Eine Anmerkung alle Gründe zusammenzudrängen, auf welche sich Argelander's Ansichten stützen. Es wird hinlänglich sein, aus seinen freundschaftlichen Briefen an mich hier folgendes mitzutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwinck aufgefordert, nach Maaßgabe der auf seine Mappa coelestis aufgetragenen Sterne die Zahl derer zu schätzen, welche 1ster bis 7ter Größe (letztere eingeschlossen) das ganze Himmelsgewölbe zu enthalten scheint. Er findet von — 30° bis + 90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Voraussetzung, daß die Anhäufung vom 30° südlicher Abweichung bis zum Südpol dieselbe sei, am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Diese Schätzung scheint auch mir der Wahrheit sehr nahe zu kommen. Es ist bekannt, daß, wenn man nur die ganze Masse betrachtet, jede folgende Classe ungefähr dreimal so viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catagolus stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Zonen S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranometrie 1441 Sterne 6^m: woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen würden; hierin sind aber die Sterne $6 . 7^m$ nicht einbegriffen: welche man, wenn nur ganze Classen gezählt werden, noch zu der 6ten Classe rechnen müßte. Ich glaube, daß man diese zu 1000 annehmen könne: so daß man 4000 Sterne 6^m hätte, und also nach der obigen Regel 12000 Sterne 7^m, oder 18000 Sterne von 1^m bis 7^m incl. Etwas näher komme ich durch andere Betrachtungen über die Zahl der Sterne 7^m, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe, nämlich 2251 (pag. XXVI), bei Berücksichtigung der darunter doppelt oder mehrfach beobachteten und der wahrscheinlich übersehenen. Ich finde auf diesem Wege zwischen 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7^m, und daraus für den ganzen Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der Description de l'Observatoire de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis 7^m in der von ihm durchmusterten Himmelsgegend (von — 15° zu + 90°) zu 13400 an, woraus für den ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Einleitung zu Weiße's Catal. e zonis Regiomontanis ded. p. XXXII findet Struve i
Gürtel von — 15° bis + 15° nach einer Wahrs
lichkeits-Rechnung 3903 Sterne 1^m—7^m, also am
zen Himmel 15050. Die Zahl ist geringer, weil
die helleren Sterne um fast eine halbe Größe ge
schätzte als ich. Es ist hier nur ein Mittelwerth
halten, und dieser würde also wohl 18000 von 1
7^m incl. sein. Sir John Herschel spricht i
Stelle der Outlines of Astronomy p. 521, an di
mich erinnern, nur von bereits eingetragenen
nen: The whole number of Stars already regis
down to the seventh magnitude, inclusive, am
ing to from 12000 to 15000. Was die schwä
Sterne 8^m und 9^m betrifft, so findet Struve in dem
bezeichneten Gürtel von — 15° bis + 15°: Stern
Größe 10557, Sterne 9ter Größe 37739; folgli
den ganzen Himmel 40800 Sterne 8^m und 145800 S
9^m. Wir hätten also nach Struve von 1ster bis
Größe incl. 15100 + 40800 + 145800 = 2
Sterne. Diese Zahlen hat Struve gefunden, ind
diejenigen Zonen oder Theile von Zonen, welche d
ben Himmelsgegenden umfaßten, sorgfältig verglich
aus der Zahl der in denselben gemeinschaftliche
der in jeder verschiedenen Sterne nach der Wahrs
lichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorh
nen Sterne schloß. Da hierbei eine große Zah
Sternen concurrirt hat, so verdient diese Rechnun
viel Vertrauen. — Bessel hat in seinen sämmtliche
nen zwischen — 15° und + 45°, nach Abzug der
pelt oder mehrfach beobachteten und der Sterne 9 .
etwa 61000 verschiedene Sterne 1^m bis 9^m incl
zeichnet: woraus, mit Berücksichtigung der nac
Wahrscheinlichkeit übersehenen, etwa 101500 de
nannten Größen in diesem Theile des Himmels
würden. Meine Zonen enthalten zwischen + 45
+ 80° etwa 22000 verschiedene Sterne (Durchm
rung des nördl. Himmels S. XXV); davon m
aber etwa 3000 von $9 . 10^m$ abgezogen werden:
19000. Meine Zonen sind etwas reicher als die B
schen, und ich glaube daher in ihren Grenzen (+
und + 80°) überhaupt nicht mehr als 23500 w
existirende Sterne annehmen zu können: so daß wi
130000 Sterne bis zur 9^m incl. zwischen — 15° u

1ste Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.	6te Gr.	7te Gr.	8te Gr.	9te Gr.
20	65	190	425	1100	3200	13000	40000	142000.

Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering*). Wenn man den mittleren Mondhalbmesser zu 15′ 33″,5 annimmt, so bedecken 195291 Vollmond-Flächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Vertheilung und der runden Zahl von 200000 Sternen aus den Classen 1ster bis 9ter Größe findet man demnach ohngefähr einen dieser Sterne für eine Vollmond-Fläche. Eben dies Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Wollte man die Vorausberechnung der Sternbedeckungen bis zur 9ten Größe ausdehnen, so würde durchschnittlich nach Galle alle 44′ 30″ eine Sternbedeckung eintreffen; denn in dieser Zeit bestreicht der Mond jedesmal eine neue Fläche am Himmel, die seiner eigenen Fläche gleich ist. Sonderbar, daß Plinius, der gewiß Hipparchs Sternverzeichniß kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte," an dem schönen italischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählte!†) Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen fünfter Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolomäus nur 1025 Sterne bis zu der 6ten Classe verzeichnete.

Seitdem man die Fixsterne nicht mehr bloß nach den Sternbildern aufzählte, denen sie angehörten, sondern sie nach ihren Beziehungen auf die großen Kreise des Aequators oder der Ekliptik, also nach Ortsbestimmungen, in Verzeichnisse eingetragen hat; ist der Zuwachs dieser Verzeichnisse wie ihre Genauigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft

---

80° hätten. Dies ist aber 0,62181 des ganzen Himmels; und wir fänden bei gleichmäßiger Vertheilung am ganzen Firmament 209000 Sterne, also wieder nahe dieselbe Zahl wie nach Struve; vielleicht selbst eine nicht unbedeutend größere, da Struve die Sterne 9 . 10ᵐ zu den Sternen 9^m gerechnet hat. — Die Zahlen, die wir nach meiner Ansicht für den ganzen Himmel annehmen können, wären also: 1^m 20, 2^m 65, 3^m 190, 4^m 425, 5^m 1100, 6^m 3200, 7^m 13000, 8^m 40000, 9^m 142000; zusammen von 1ster bis 9ter Größe incl. 200000 Sterne. — Wenn Sie mir einwerfen, daß Lalande (Hist. céleste p. IV) die Zahl der von ihm beobachteten mit bloßen Augen sichtbaren Sterne zu 6000 angiebt; so bemerke ich hierauf, daß darunter sehr viele doppelt und mehrfach beobachtete vorkommen und daß man nach Weglassung dieser zu der Zahl von nur ungefähr 3800 Sternen in dem zwischen — 26° 30′ und + 90° liegenden Theile des Himmels, welchen Lalande's Beobachtungen umfassen, gelangt. Da dieses 0,72310 des ganzen Himmels ist, so würden sich für diesen wieder 5255 mit bloßen Augen sichtbare Sterne ergeben. Eine Durchmusterung der aus sehr heterogenen Elementen zusammengesetzten Uranographie von Bode (17240 Sterne) giebt nach Abzug der Nebelflecke und kleineren Sterne, so wie der zu 6ter Größe erhobenen Sterne 6 . 7ter Größe nicht über 5600 von 1^m bis 6^m incl. Eine ähnliche Schätzung nach den von La Caille zwischen dem Südpol und dem Wendekreise des Steinbocks verzeichneten Sterne 1^m bis 6^m reducirt sich für den ganzen Himmel, in zwei Grenzen von 3960 und 5900, wieder auf die Ihnen früher gegebenen mittleren Resultate. Sie sehen, daß ich mich gern bestrebt habe, Ihren Wunsch einer gründlicheren Untersuchung der Zahlen zu erfüllen. Ich darf hinzufügen, daß Herr Oberlehrer Heis in Aachen seit mehreren Jahren mit einer überaus sorgfältigen Umarbeitung meiner Uranometrie beschäftigt ist. Nach dem, was von dieser Arbeit bereits vollendet worden, und nach den beträchtlichen Vermehrungen meiner Uranometrie, welche ein mit schärferem Sehorgan begabter Beobachter erlangt hat, finde ich für die nördliche Halbkugel des Himmels 2836 Sterne 1^m bis 6^m incl.; also, bei der Voraussetzung gleicher Vertheilung, für das ganze Firmament wieder 5672 dem schärfsten unbewaffneten Auge sichtbare Sterne." (Aus Handschriften von Prof. Argelander, März 1850.)

*) Schubert rechnet Sterne bis zur 6ten Größe am ganzen Himmel 7000 (fast wie ich ehemals im Kosmos Buch I. S. 75) und für den Horizont von Paris über 5000; in der ganzen Sphäre bis zur 9ten Größe 70000 (Astronomie Th. III. S. 54). Alle diese Angaben sind beträchtlich zu hoch. Argelander findet von 1^m bis 8^m nur 58000.

†) Patrocinatur vastitas caeli, immensa discreta altitudine in duo atque septuaginta signa. Haec sunt rerum et animantium effigies, in quas digessere caelum periti. In his quidem mille sexcentas adnotavere stellas, insignes videlicet effectu visuve .... Plin. II, 41.—Hipparchus nunquam satis laudatus, ut quo nemo magis approbaverit cognationem cum homine siderum animasque nostras partem esse caeli, novam stellam et aliam in aevo suo genitam deprehendit, ejusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, anne hoc saepius fieret moverenturque et eae quas putamus affixas; itemque ausus rem etiam Deo improbam, adnumerare posteris stellas ac sidera ad nomen expungere, organis excogitatis, per quae singularum loca atque magnitudines signaret, ut facile discerni posset ex eo, non modo an obirent nascerenturve, sed an omnino aliqua transirent moverenturve, item an crescerent minuerenturque, caelo in hereditade cunctis relicto, si quisquam qui cretionem eam caperet inventus esset. Plin. II, 26.

Araber, Perser und Mongolen bis zu der großen Zeit des Copernicus, fast bis zu [illegible] von Tycho.

Die erweiterte Schifffahrt in den Meeren zwischen den Wendekreisen und in gro[illegible] südlichen Breiten hat seit dem Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die allmälig erweit[illegible] Kenntniß des Firmaments mächtig, doch in geringerem Maaße wie die ein Jahrhun[illegible] spätere Anwendung der Fernröhre, gewirkt. Beide Mittel eröffneten neue, unbeka[illegible] Welträume. Was von der Pracht des südlichen Himmels zuerst von Amerigo Vesp[illegible] dann von Magellan's und Elcano's Begleiter Pigafetta verbreitet wurde; wie die schw[illegible] zen Flecken (Kohlensäcke) von Vicente Yañez Pinzon und Acosta, wie die Magellanis[illegible] Wolken von Anghiera und Andrea Corsali beschrieben wurden: habe ich bereits an ein[illegible] anderen Orte entwickelt *). Die beschauende Astronomie ging auch hier der messe[illegible] den voraus. Der Reichthum des Firmaments dem, wie allgemein bekannt, sternar[illegible] Südpole nahe wurde dergestalt übertrieben, daß der geniale Polyhistor Cardanus dort 10,[illegible] helle Sterne angiebt, die von Vespucci mit bloßen Augen gesehen worden wären †. [illegible] Friedrich Houtman und Petrus Theodori von Emden (der nach Olbers mit Dircksz Ke[illegible] eine Person war) traten als ernste Beobachter auf. Sie maßen Sternabstände auf J[illegible] und Sumatra; und die südlichsten Sterne wurden nun in die Himmelskarten von Bar[illegible] Hondius und Bayer, wie durch Keppler's Fleiß in den Rudolphinischen Sterncatalog [illegible] Tycho's eingetragen.

Kaum ein halbes Jahrhundert nach Magellan's Erdumseglung beginnt Tycho's [illegible]

[illegible]

[illegible]

die Wichtigkeit sehr vollständiger Sternverzeichnisse erkennen. Ist der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, so beschleunigt seine zweite Entdeckung in einem älteren Positions-Catalog die schwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermißter, aber als einst beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langsamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der sorgfältigsten Messungen würden darbieten können. So sind für Uranus der Stern No. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern No. 26266 im Catalog von Lalande*) von großer Wichtigkeit gewesen. Uranus ist, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben gesagt, von Tobias Mayer, 7mal von Flamsteed, 1mal von Bradley und 12mal von Le Monnier. Man kann sagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetarischer Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8.9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollständigkeit der Sternverzeichnisse und die Sorgfalt der Beobachter gegründet sei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den messenden Instrumenten verbinden lehrten, war der erste Sterncatalog, welcher erschien, der der südlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, und enthielt, sonderbar genug, doch keine Bestimmung unter der 6ten Größe †). Früher hatte allerdings schon Flamsteed die Arbeit seines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieses berühmten Mannes erschien erst 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unserem Bessel durch seine Fundamenta Astronomiae (1818) gleichsam verherrlicht wurden ‡); die Sterncataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazzi, Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Massen ||) und einen wichtigen Theil dessen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Lalande bekannt ist, sich aber allein auf Beobachtungen zwischen den Jahren 1789 und 1800 von seinem Neffen Le Français de Lalande und von Burckhard gründet, hat spät erst eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der sorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne, von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe sind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung

---

*) Baily, Cat. of those Stars in the Historie céleste of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sterncataloge verdankt, s. die Betrachtungen von Sir John Herschel im Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergleiche auch über vermißte Sterne Schumacher, Astr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

†) Memoirs of the Royal Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

‡) Bessel, Fundamenta Astronomiae pro anno 1855, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818. (Vergl. auch Bessel, Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1860 computatae, 1830.)

||) Ich dränge hier in Eine Note die numerischen Angaben aus den Sternverzeichnissen zusammen, die minder große Massen, eine kleinere Zahl von Positionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit Beisatz der Zahl der Ortsbestimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 südliche Sterne bis 7m incl., reducirt auf das Jahr 1750 von Henderson; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamsteed ursprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129–164); Bradley 3222, von Bessel auf das Jahr 1755 reducirt; Pond 1112; Piazzi 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4543, meist Circumpolar-Sterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822–1828 in Neu-Holland beobachtete Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das Jahr 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abo) 560; Taylor (Madras) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter Baily's Aufsicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis 7½. Für die südlichsten Sterne besitzen wir noch die reichen Verzeichnisse von Henderson, Fallows, Maclear und Johnson auf St. Helena.

von Bessel, welche 75000 Beobachtungen umfaßt (in den Jahren 1825 bis 1833 zwischen — 15° und + 45° Abweichung), ist mit rühmlichster Sorgfalt von Argelander 1841 bis 1844 zu Bonn bis + 80° Abw. fortgesetzt worden. Aus den Bessel'schen Zonen von — 15° bis + 15° Abw. hat auf Veranstaltung der Akademie zu St. Petersburg Weiße zu Krakau 31895 Sterne, unter denen allein 19738 von der 9ten Größe sind, auf das Jahr 1825 reducirt*). Argelander's „Durchmusterung des nördlichen Himmels von + 45° bis + 80° Abw." enthält an 22000 wohlbestimmte Sternörter.

Des großen Werks der Sternkarten der Berliner Akademie glaube ich nicht würdiger erwähnen zu können, als indem ich über die Veranlassung dieses Unternehmens aus der gehaltvollen Gedächtnißrede auf Bessel Encke's eigene Worte hier einschalte: „An die Vervollständigung der Cataloge knüpft sich die Hoffnung, alle beweglichen Himmelskörper, die wegen ihrer Lichtschwäche dem Auge kaum unmittelbar die Veränderung ihres Ortes merklich werden lassen, durch sorgfältige Vergleichung der als feste Punkte verzeichneten Sterne mit dem jedesmaligen Anblick des Himmels, aufzufinden und auf diesem Wege die Kenntniß unseres Sonnensystems zu vollenden. So wie der vortreffliche Hardingische Atlas ein vervollständigtes Bild des gestirnten Himmels ist; wie Lalande's Histoire céleste, als Grundlage betrachtet, dieses Bild zu geben vermochte: so entwarf Bessel 1824, nachdem der erste Hauptabschnitt seiner Zonen-Beobachtungen vollendet war, den Plan, auf diese eine noch speciellere Darstellung des gestirnten Himmels zu gründen, die nicht bloß das Beobachtete wiedergeben, sondern mit Consequenz die Vollständigkeit erreichen sollte, welche jede neue Erscheinung unmittelbar wahrnehmen lassen würde. Die Sternkarten der Berliner Akademie der Wissenschaften, nach Bessel's Plane entworfen, haben, wenn sie auch noch nicht den ersten vorgesetzten Cyclus abschließen konnten, doch schon den Zweck der Auffindung der neuen Planeten auf das glänzendste erreicht, da sie hauptsächlich, wenn auch nicht ganz allein, bis jetzt (1850) sieben neue Planeten haben auffinden lassen†)." Von den 24 Blättern, welche den Theil des Himmels darstellen sollen, der sich 15° zu beiden Seiten des Aequators erstreckt, hat unsere Akademie bisher 16 herausgegeben. Sie enthalten möglichst alle Sterne bis zur 9ten und theilweise bis zur 10ten Größe.

Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne gewagt, welche mit den jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menschen sichtbar sein könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herschel'sche 20füßige Spiegeltelescop, das bei den berühmten Stern-Aichungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung, für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und südlich liegen, 5800000, für den ganzen Himmel 20374000 an. In einem noch mächtigeren Instrumente, in dem 40füßigen Spiegeltelescop, hielt Sir William Herschel in der Milchstraße allein 18 Millionen für sichtbar ‡).

Nach einer sorgfältigeren Betrachtung der nach Ortsbestimmung in Catalogen aufgeführten, sowohl dem unbewaffneten Auge sichtbaren als bloß telescopischen Firsterne wenden wir uns nun zu der Vertheilung und Gruppirung derselben an der Himmelsdecke. Wir haben gesehen, wie bei der geringen und so überaus langsamen (scheinbaren und wirklichen) Ortsveränderung der einzelnen, theils durch die Präcession und den ungleichen Einfluß des Fortschreitens unseres Sonnensystems, theils durch die ihnen eigene Bewegung, sie als feste Marksteine im unermeßlichen Weltraum zu betrachten sind; als solche, welche alles zwischen ihnen mit größerer Schnelligkeit oder in anderen Richtungen Bewegte, also den telescopischen Cometen und Planeten Zugehörige, der aufmerksamen Be-

---

*) Weiße, Positiones mediae stellarum fixarum in Zonis Regiomontanis a Bessolio inter — 15° et + 15° decl. observatarum ad annum 1825 reductae (1846), mit einer wichtigen Vorrede von Struve.

†) Encke, Gedächtnißrede auf Bessel S. 13.

‡) Vergl. Struve, Etudes d'Astr. stellaire 1847 p. 66 und 72, Kosmos Buch I. S. 75 und Mädler, Astr. 4te Aufl. S. 417.

obachtung offenbaren. Das erste und Hauptinteresse beim Anblick des Firmaments ist schon wegen der Vielheit und überwiegenden Masse der Weltkörper, die den Weltraum füllen, auf die Fixsterne gerichtet; von ihnen geht in Bewunderung des Firmaments die stärkere sinnliche Anregung aus. Die Bahn der Wandelsterne spricht mehr die grübelnde Vernunft an, der sie, den Entwickelungsgang astronomischer Gedankenverbindung beschleunigend, verwickelte Probleme darbietet.

Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe scheinbar, wie durch Zufall, vermengten großen und kleinen Gestirne sondern die rohesten Menschenstämme (wie mehrere jetzt sorgfältiger untersuchte Sprachen der sogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und fast überall dieselben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch ihre gegenseitige Stellung oder eine gewisse Isolirtheit den Blick auf sich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahndung von einer Beziehung der Theile aufeinander; sie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verschieden, meist von organischen Erderzeugnissen hergenommen, die öden, stillen Räume phantastisch beleben. So sind früh abgesondert worden das Siebengestirn (die Gluckhenne), die sieben Sterne des Großen Wagens (der Kleine Wagen später, und nur wegen der wiederholten Form), der Gürtel des Orion (Jacobstab), Cassiopeja, der Schwan, der Scorpion, das südliche Kreuz (wegen des auffallenden Wechsels der Richtung vor und nach der Culmination), die südliche Krone, die Füße des Centauren (gleichsam die Zwillinge des südlichen Himmels) u. s. f.

Wo Steppen, Grasfluren oder Sandwüsten einen weiten Horizont darbieten, wird der mit den Jahreszeiten oder den Bedürfnissen des Hirtenlebens und Feldbaues wechselnde Auf- und Untergang der Constellationen ein Gegenstand fleißiger Beachtung und allmälig auch symbolisirender Ideenverbindung. Die beschauende, nicht messende Astronomie fängt nun an sich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemeinschaftlichen, Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine eigene, weit langsamere, in entgegengesetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem Untergange am Abendhimmel stehen, sinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und verlieren sich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen sich von der Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. Bei dem stets wechselnden Schauspiel des gestirnten Himmels zeigen sich immer andere und andere Constellationen. Mit einiger Aufmerksamkeit wird leicht erkannt, daß es dieselben sind, welche zuvor im Westen unsichtbar geworden waren; daß ohngefähr nach einem halben Jahre diejenigen Sterne, welche sich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr gegenüber stehen, untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange. Von Hesiod bis Eudoxus, von Eudoxus bis Aratus und Hipparch ist die Literatur der Hellenen voll Anspielungen auf das Verschwinden der Sterne in den Sonnenstrahlen (den heliacischen oder Spätuntergang) wie auf das Sichtbar-Werden in der Morgendämmerung (den heliacischen oder Frühaufgang). Die genaue Beobachtung dieser Erscheinungen bot die frühesten Elemente der Zeitkunde dar: Elemente, nüchtern in Zahlen ausgedrückt; während gleichzeitig die Mythologie, bei heiterer oder düsterer Stimmung des Volkssinnes, fortfuhr mit unumschränkter Willkühr in den hohen Himmelsräumen zu walten.

Die primitive griechische Sphäre (ich folge hier wieder, wie in der Geschichte der physischen Weltanschauung*), den Untersuchungen meines so früh dahingeschiedenen geistreichen Freundes Letronne), die griechische Sphäre hat sich nach und nach mit Sternbildern gefüllt, ohne daß man sich dieselben anfangs in irgend einer Beziehung zu der Ekliptik dachte. So kennen schon Homer und Hesiodus verschiedene Sterngruppen und einzelne Sterne mit Namen bezeichnet: jener die Bärin („die sonst der Himmelswagen

*) Kosmos Buch II. S. 276 und Anm. ¶).

genannt wird — und die allein niemals in Okeanos Bad sich hinabtaucht“), den Bootes und den Hund des Orion; dieser den Sirius und den Arctur; beide die Plejaden, die Hyaden und den Orion*). Wenn Homer zweimal sagt, daß die Constellation der Bärin allein sich nie in das Meer taucht; so folgt daraus bloß, daß zu seiner Zeit noch nicht in der griechischen Sphäre die Sternbilder des Drachen, des Cepheus und des kleinen Bären, welche auch nicht untergehen, vorhanden waren. Es wird keinesweges die Kenntniß von der Existenz der einzelnen Sterne, die jene drei Catasterismen bilden, geläugnet; nur ihre Reihung in Bilder. Eine lange, oft mißverstandene Stelle des Strabo (lib. I pag. 3 Casaub.) über Homer Il. XVIII, 485—489 beweist vorzugsweise, was hier wichtig ist, die allmälige Aufnahme von Bildern in die griechische Sphäre. „Mit Unrecht,“ sagt Strabo, „beschuldigt man Homer der Unwissenheit, als habe er nur Eine Bärin statt zweier gekannt. Vermuthlich war die andere noch nicht versternt; sondern erst seitdem die Phönicier dieses Sternbild bezeichneten und zur Seefahrt benutzten, kam es auch zu den Hellenen.“ Alle Scholien zum Homer, Hygin und Diogenes aus Laerte schreiben die Einführung dem Thales zu. Der Pseudo-Eratosthenes hat den kleinen Bär Φοινίκη (gleichsam das phönicische Leitgestirn) genannt. Hundert Jahre später (Ol. 71) bereicherte Cleostratus von Tenedos die Sphäre mit dem Schützen, Τοξότης, und dem Widder, κριός.

In dieser Epoche erst, die der Gewaltherrschaft der Pisistratiden, fällt nach Letronne die Einführung des Thierkreises in die alte griechische Sphäre. Eudemus aus Rhodus, einer der ausgezeichnetsten Schüler des Stagiriten, Verfasser einer „Geschichte der Astronomie,“ schreibt die Einführung des Thierkreis-Gürtels (ἡ τοῦ ζωδιακοῦ διάζωσις, auch ζωΐδιος κύκλος) dem Oenopides von Chios, einem Zeitgenossen des Anaxagoras, zu†). Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die Sonnenbahn, die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile (Dodecatomerie) sind alt-chaldäisch, und höchst wahrscheinlich den Griechen aus Chaldäa selbst und nicht aus dem Nilthale, am frühesten im Anfang des 5ten oder im 6ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung‡), überkommen. Die Griechen schnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre schon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächsten lagen und als Thierkreis-Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen (Dodecatomerie) eines Thierkreises, wäre der Thierkreis selbst mit seinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: so würden diese nicht ursprünglich sich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Scorpion zu zwei Abtheilungen angewandt, nicht Zodiacal-Bilder erfunden haben, deren einige, wie Stier, Fische und Jungfrau, mit ihren Umrissen 35° bis 48°; andere, wie Krebs, Widder und Steinbock, nur 19° bis 23° einnehmen; welche unbequem nördlich und südlich um die Ekliptik schwanken: bald weit getrennt; bald, wie Stier und Widder, Wassermann und Steinbock, eng gedrängt und

---

*) Ideler, Unters. über die Sternnamen S. XI, 47, 139, 144 und 243; Letronne sur l'Origine du Zodiaque grec 1840 p. 25.

†) Letronne a. a. O. p. 25 und Carteron, Analyse des Recherches de Mr. Letronne sur les représentations zodiacales 1843 p. 119. „Il est très douteux qu' Eudoxe (Ol. 103) ait jamais employé le mot ζωδιακός. On le trouve pour la première fois dans Euclide et dans le Commentaire d'Hipparque sur Aratus (Ol. 160). Le nom d'écliptique, ἐκλειπτικός, est aussi fort récent.“ Vergl. Martin im Commentar zu Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia 1849 p. 50 und 60.)

‡) Letronne, Orig. du Zod. p. 25 und Analyse crit. des Représ. zod. 1846 p. 15. Auch Ideler und Lepsius halten für wahrscheinlich, „daß zwar die Kenntniß des chaldäischen Thierkreises sowohl der Eintheilung als den Namen nach bereits im 7ten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zu den Griechen gelangt, die Aufnahme aber der einzelnen Zodiacal-Bilder in die griechische astronomische Literatur erst später und allmälich erfolgt sei.“ (Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 65 und 124.) Ideler ist geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten; Lepsius hält es für die natürlichste Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäischen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren, den übrigen zugefügt haben.“ Könnte man aber nicht bei dieser Voraussetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäischen Dodecatomerie? Hätten sie 12 Bilder überkommen, so würden sie doch wohl nicht eines weggeschnitten haben, um es später wieder zuzufügen.

fast in einander eingreifend. Diese Verhältnisse bezeugen, daß man früher gebildete Catasterismen zu Zodiacal-Zeichen stempelte.

Das Zeichen der Wage wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparchs Zeiten, vielleicht durch ihn selbst, eingeführt. Eudoxus, Archimedes, Autolycus, und selbst Hipparch, in dem wenigen, was wir von ihm besitzen (eine einzige, wahrscheinlich von einem Copisten verfälschte Stelle *) abgerechnet), erwähnen ihrer nie. Das neue Zeichen kommt erst bei Geminus und Varro, kaum ein halbes Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, vor; und da der Hang zur Astrologie bald mächtig in die römische Volkssitte einbrach, von August bis Antonin, so erhielten auch diejenigen Sternbilder, „die am himmlischen Sonnenwege lagen," eine erhöhte, phantastische Wichtigkeit. Der ersten Hälfte dieses Zeitraums römischer Weltherrschaft gehören die ägyptischen Thierkreis-Bilder in Dendera, Esne, dem Propylon von Panopolis und einiger Mumiendeckel an: wie Visconti und Testa schon zu einer Epoche behauptet haben, wo noch nicht alle Materialien für die Entscheidung der Frage gesammelt waren, und wilde Hypothesen herrschten über die Bedeutung jenes symbolischen Zodiacal-Zeichens und dessen Abhängigkeit von der Präcession der Nachtgleichen. Das hohe Alter, welches August Wilhelm von Schlegel den in Indien gefundenen Thierkreisen nach Stellen aus Manu's Gesetzbuch, aus Valmiki's Ramayana und aus Amarasinha's Wörterbuch beilegen wollte, ist nach Adolph Holtzmann's scharfsinnigen Untersuchungen sehr zweifelhaft geworden †).

Die durch den Lauf der Jahrhunderte so zufällig entstandene, künstliche Gruppirung der Sterne zu Bildern, ihre oft unbequeme Größe und schwankenden Umrisse; die verworrene Bezeichnung der einzelnen Sterne in den Constellationen, mit Erschöpfung mehrerer Alphabete, wie in dem Schiffe Argo; das geschmacklose Vermischen mythischer Personen mit der nüchternen Prosa von physikalischen Instrumenten, chemischen Oefen und Pendeluhren am südlichen Himmel hat mehrmals zu Vorschlägen geleitet über neue, ganz bildlose Eintheilungen des Himmelsgewölbes. Für die südliche Hemisphäre, wo Scorpion, Schütze, Centaur, das Schiff und der Eridanus allein einen alten dichterischen Besitz haben, schien das Unternehmen weniger gewagt ‡).

---

*) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copisten eingeschobene Stelle des Hipparch s. Letronne, Orig. du Zod. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer sehr alten Bekanntschaft der Griechen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer sorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechischen und römischen Alterthums geliefert, in welchen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vorkommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem θηρίον die Rede ist, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Halma T. II. p. 170) hingewiesen. In der letzteren wird die südliche Wage mit dem Beisatz κατὰ Χαλδαίους genannt und den Scorpions-Scheeren entgegengesetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, sondern von den in Syrien und Alexandrien zerstreuten astrologischen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttmann wollte, was wenig wahrscheinlich ist, daß die χηλαί ursprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und später durch ein Mißverständniß in die Scheeren eines Scorpions umgewandelt wurden. (Vergl. Ideler, Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, Recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mir immer, bei der Analogie zwischen vielen Namen der 27 Mondhäuser und der Dodecatomerie des Thierkreises, daß unter den gewiß sehr alten indischen Nakschatras (Mondhäusern) sich ebenfalls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

†) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreises im alten Indien in der Zeitschrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und seine Commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holtzmann über den griechischen Ursprung des indischen Thierkreises 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarakoscha und Ramayana angeführten Stellen," heißt es in der letztgenannten Schrift, „sind von unzweifelhafter Auslegung: sie sprechen in den deutlichsten Ausdrücken vom Thierkreise selbst; aber wenn die Werke, in denen sie enthalten, früher verfaßt sind, als die Kunde des griechischen Thierkreises nach Indien gelangen konnte, so ist genau zu untersuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zusätze sind."

‡) Vergl. Buttmann im Berliner astron. Jahrbuche für 1822 S. 93, Olbers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 238—251 und Sir John Herschel, Revision and Re-arrangement of the Constellations, with special reference to those of the Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc. Vol. XII. p. 201—224 (mit einer sehr genauen Vertheilung der südlichen Sterne 1ster bis 4ter Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen Lalande's mit Bode über die Einführung seiner Hauskatze und eines Erndtehüters (Messier!) klagt Olbers darüber, daß, „um für Friedrichs-Ehre am Himmel Raum zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere Stelle legen mußte, als derselbe seit 3000 Jahren eingenommen hatte."

Der Fixsternhimmel (orbis inerrans des Apulejus), der uneigentliche Ausdru[ck] sterne (astra fixa des Manilius) erinnern, wie wir schon oben in der Einleitu[ng zur] Astrognosie *) bemerkt, an die Verbindung, ja Verwechselung der Begriffe von Ein[geheftetsein] und absoluter Unbeweglichkeit (Fixität). Wenn Aristoteles die nicht wandernden [Himmelskör]per (ἀπλανῆ ἄστρα) eingeheftete (ἐνδεδεμένα), wenn Ptolemäus sie angewa[chsene] (προσπεφυκότας) nennt, so beziehen sich zunächst diese Benennungen auf die Vor[stellung] des Anaximenes von der krystallartigen Sphäre. Die scheinbare Bewegung aller F[ixsterne] von Osten nach Westen, während daß ihr Abstand unter einander sich gleich blie[b, hatte] diese Hypothese erzeugt. „Die Fixsterne (ἀπλανῆ ἄστρα) gehören der oberen, w[eiteren,] entfernteren Region, in der sie wie Nägel an den Krystallhimmel angeheftet sind; [die Pla]neten (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά), welche eine entgegengesetzte Bewegung hab[en, ge]hören der unteren, näheren Region an †." Wenn bei Manilius schon in der f[rühesten] Zeit der Cäsaren stella fixa für infixa oder affixa gesagt wurde, so läßt sich annehm[en, daß] die Schule in Rom anfangs doch nur der ursprünglichen Bedeutung des Angeheftet[seins] anhing; aber da das Wort fixus auch die Bedeutung der Unbeweglichkeit einschloß [und sy]nonym mit immotus und immobilis genommen werden konnte, so war es leicht, [daß der] Volksglaube oder vielmehr der Sprachgebrauch allmälig an eine stella fixa vorzu[gsweise] die Idee der Unbeweglichkeit knüpfte, ohne der festen Sphäre zu gedenken, an die sie g[eheftet] ist. So durfte Seneca die Fixsternwelt fixum et immobilem populum nennen.

Wenn wir auch nach Stobäus und dem Sammler der „Ansichten der Philosoph[en" die] Benennung Krystallhimmel bis zur frühen Zeit des Anaximenes hinaufführ[en, so] finden wir doch die Idee, welche der Benennung zum Grunde liegt, erst schärfer bei [Empe]docles entwickelt. Den Fixsternhimmel hält dieser für eine feste Masse, welche a[us dem] durch Feuer krystallartig starr gewordenen Aether gebildet wurde ‡). Der Mond [...]

* Kosmos Bd. III. S. 3?? und Anm.
† Aus Diogenes und einem Sammler [illegible] ??? ??? pag. ???.
‡ [illegible] Diog. Laert. VIII. ??. [illegible] ad Arat. cap. 5: Fer. [illegible] Diog. Laert. VIII. ?? [illegible] Empedocles [illegible] (Empedocles) ... [illegible] ... Meteorol. I. 3: de Coelo [illegible] ... Himmelskörper [illegible] ... Aristot. de C[oelo] [illegible] ... Ic. Seneca [illegible] ... „In enim nos[trum] [illegible] ... caelum, quod ve[illegible] temperatur a sole certissimum [illegible] ... III. p. 99 [illegible]

ein durch die Kraft des Feuers hagelartig geronnener Körper, welcher sein Licht von der Sonne erhält. Der ursprüngliche Begriff des Durchsichtigen, Geronnenen, Erstarrten würde nach der Physik der Alten*) und ihren Begriffen vom Festwerden des Flüssigen nicht unmittelbar auf Kälte und Eis führen; aber die Verwandtschaft von κρύσταλλος mit κρύος und κρυσταίνω, wie die Vergleichung mit den durchschneidendsten aller Körper, veranlaßten die bestimmteren Behauptungen, daß das Himmelsgewölbe aus Eis oder aus Glas bestehe. So finden wir bei Lactantius: coelum aërem glaciatum esse, und vitreum coelum. Empedocles hat gewiß noch nicht an phönicisches Glas, wohl aber an Luft gedacht, die durch feurigen Aether in einen durchsichtigen festen Körper zusammengeronnen ist. Die Idee des Durchsichtigen war in der Vergleichung mit dem Eise, κρύσταλλος, das Vorherrschende; man dachte nicht an Ursprung des Eises durch Kälte, sondern zunächst nur an ein durchsichtiges Verdichtetes. Wenn der Dichter das Wort Krystall selbst brauchte, so bedient sich die Prose (wie die in Anmerkung ‡) S. 448 angeführte Stelle des Achilles Tatius, des Comentators von Aratus, bezeugt) nur des Ausdrucks: krystallähnlich, κρυσταλλοειδής. Eben so bedeutet πάγος (von πήγνυσθαι, fest werden) ein Stück Eis, wobei bloß die Verdichtung in Betracht gezogen wird.

Durch die Kirchenväter, welche spielend 7 bis 10, wie Zwiebelhäute über einander gelagerte, gläserne Himmelsschichten annahmen, ist diese Ansicht des krystallenen Gewölbes in das Mittelalter übergegangen; ja sie hat sich selbst in einigen Klöstern des südlichen Europa erhalten, wo zu meinem Erstaunen ein ehrwürdiger Kirchenfürst mir, nach dem so viel Aufsehen erregenden Aërolithenfall bei Aigle, die Meinung äußerte: was wir mit einer vitrificirten Rinde bedeckte Meteorsteine nennten, wären nicht Theile des gefallenen Steines selbst, sondern ein Stück des durch den Stein zerschlagenen krystallenen Himmels. Kepler, zuerst durch die Betrachtung über die alle Planetenbahnen durchschneidenden Cometen veranlaßt, hat sich schon drittehalb Jahrhunderte früher gerühmt†) die 77 homocentrischen Sphären des berühmten Girolamo Fracastoro, wie alle älteren rückwirkenden Epicykeln zerstört zu haben. Wie so große Geister als Eudoxus, Menächmus, Aristoteles und Apollonius von Pergä sich die Möglichkeit des Mechanismus und der Bewegung starrer, in einander greifender, die Planeten führender Sphären gedacht haben; ob sie diese Systeme von Ringen nur als ideale Anschauungen, als Fictionen der Gedankenwelt betrachteten, nach denen schwierige Probleme des Planetenlaufs erklärt und annähernd berechnet werden könnten: sind Fragen, welche ich schon an einem andern Orte‡) berührt

---

Planeten, Saturn, nahe, verlegte, sind immer noch der eigentliche Luftkreis; denn höher über dieser äußersten Grenze liegt erst, nach einer etwas früheren Aussage des Macrobius (I c. 19 pag. 93), der feurige Aether, welcher, räthselhaft genug, jener ewigen Kälte nicht hinderlich ist. „Stellae, supra coelum locatae, in ipso purissimo aethere sunt, in quo omne, quidquid est, lux naturalis et sua est (der Sitz selbstleuchtender Gestirne), quae tota cum igne suo ita sphaerae solis incumbit, ut coeli zonae, quae procul a sole sunt, perpetuo frigore oppressae sint." Wenn ich hier den physikalischen und meteorologischen Ideenzusammenhang bei Griechen und Römern so umständlich entwickle, so geschieht es nur, weil diese Gegenstände außer den Arbeiten von Ukert, Henry Martin und dem vortrefflichen Fragmente der Meteorologia Veterum von Julius Ideler bisher so unvollständig und meist ungründlich behandelt worden sind.

*) Daß das Feuer die Kraft habe, erstarren zu machen (Aristot. Probl. XIV, 11), daß die Eisbildung selbst durch Wärme befördert wird, sind tief eingewurzelte Meinungen in der Physik der Alten, die auf einer spielenden Theorie der Gegensätze (Antiperistasis), auf dunklen Begriffen der Polarität (auf einem Hervorrufen entgegengesetzter Qualitäten oder Zustände) beruhen (Kosmos Buch III. S. 391 und Anm.). Hagel entsteht in um so größerer Masse, als die Luftschichten erwärmter sind (Aristot. Meteor. I, 12). Beim Winter-Fischfang an der Küste des Pontus wird warmes Wasser angewandt, damit in der Nähe des eingepflanzten Rohres das Eis sich vermehre (Alex. Aphrodis. fol. 86 und Plut. de primo frigido c. 12).

†) Kepler sagt ausdrücklich in Stella Martis fol. 9: solidos orbes rejeci; in der Stella nova 1606 cap. 2 p. 8: planetae in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus suos conficiunt. (Vergl. auch p. 122.) Früher war er aber der Meinung von einem festen, eisigen Himmelsgewölbe (orbis ex aqua factus gelu concreta propter solis absentiam) zugethan (Kepler. Epit. Astr. Copern. I, 2 p. 51). Schon volle 2000 Jahre vor Kepler behauptete Empedocles, daß die Fixsterne am Krystallhimmel angeheftet, „die Planeten aber frei und losgelassen seien" (τοὺς δὲ πλανήτας ἀνεῖσθαι.) (Plut. plac. phil. II, 13; Empedocl. I p. 335, Sturz; Euseb. Praep. evang. XV, 30, Col. 1688 p. 839.) Wie nach Plato im Timäus (nicht nach Aristoteles) die an feste Sphären gehefteten Fixsterne einzeln rotirend gedacht werden sollen, ist schwer zu begreifen (Tim. p. 40 B).

‡) Kosmos Buch II. S. 260 und Anm.

habe und welche für die [illegible] der Astronomie, wenn sie [illegible] zu [illegible] sind.

[illegible] Zerstreuung der Sehferne, [illegible] in ihrer [illegible] Zerstreuung und den [illegible] Folgen [illegible] Gesichts [illegible] Sternen, ihrem [illegible] und der [illegible] Farbe, [illegible]. Von dem Einfluß der [illegible] der Sterne [illegible] gehandelt. [illegible] Sehen [illegible] organische Ursachen, welche von der [illegible] des Auges, von der [illegible] an den Rändern der Pupille oder an den [illegible] und von [illegible] aus einem gewissen Punkte [illegible] der Netzhaut [illegible]. Ich sehe sehr regelmäßig acht Strahlen unter Winkeln von 45° bei Sternen [illegible]. Da nach [illegible] diese Strahlungen sich auf der [illegible] [illegible] sind, so bewegen sie sich, je nachdem man den Kopf nach einer oder der andern Seite neigt [illegible]. Einige meiner astronomischen Freunde sehen nach oben nur 3, höchstens 4 Strahlen, und nach unten gar keine. [illegible] daß die [illegible] den Sternen regelmäßig nur [illegible] Strahlen [illegible] um je [illegible] entfernt [illegible], so daß [illegible] die Zahl [illegible] bezeichnen soll [illegible].

Die [illegible] verschwinden, wenn man das Bild der strahlenden Sterne [illegible] durch ein sehr kleines, mit einer Nadel in eine Karte [illegible] Loch empfängt. Eben so ist es bei dem [illegible] Sehen mit [illegible] Vergrößerung, in welchem die Gestirne entweder als leuchtende Punkte von [illegible] oder [illegible] als überaus kleine Scheiben sich darstellen. Wenn gleich das [illegible] Funkeln der Fixsterne unter den Wendekreisen einen gewissen Eindruck der

[illegible]

Ruhe gewährt, so würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abwesenheit aller Sternstrahlung das Himmelsgewölbe zu veröden scheinen. Sinnliche Täuschung, undeutliches Sehen vermehren vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsdecke. Arago hat schon längst die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtstärke der Firsterne erster Größe man nicht diese, und doch den äußersten Rand der Mondscheibe*) am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommensten optischen Werkzeuge, die stärksten Vergrößerungen geben den Firsternen falsche Durchmesser (spurious disks, diamètres factices), welche nach Sir John Herschel's Bemerkung†) „bei gleicher Vergrößerung um so kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächst." Verfinsterungen der Sterne durch die Mondscheibe beweisen, wie Ein- und Austritt dergestalt augenblicklich sind, daß keine Fraction einer Zeitsecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des sogenannten Klebens des eintretenden Sternes auf der Mondscheibe ist ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zusammenhange mit der Frage über die Sterndurchmesser steht. Wir haben schon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herschel bei einer Vergrößerung von 6500 Mal den Durchmesser von Wega nach 0", 36 fand. Das Bild des Arcturus wurde in einem dichten Nebel so verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0", 2 war. Auffallend ist es, wie wegen der Täuschung, welche die Sternstrahlung erregt, vor der Erfindung des telescopischen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmesser von 4' und 2' 20" zuschrieben‡). Die abwechselnd lichten und dunkeln Ringe, welche die kleinen falschen Sternscheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundert Mal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verschiedener Gestalt irisiren, sind gleichzeitig die Folgen der Interferenz und der Diffraction, wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinsten Gegenstände, welche telescopisch noch deutlich als leuchtende Punkte gesehen werden (doppelte Doppelsterne, wie ε der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826 und Sir John Herschel im Jahr 1832 im Trapezium des großen Nebelfleckes des Orion entdeckt haben‖), welches der vierfache Stern ϑ des Orion bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Lichtfülle optischer Instrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, angewandt werden.

Eine Farbenverschiedenheit des eigenthümlichen Lichtes der Firsterne wie des reflectirten Lichtes der Planeten ist von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieses merkwürdigen Phänomens ist erst durch das telescopische Sehen, besonders seitdem man sich lebhaft mit den Doppelsternen beschäftigt hat, wundersam erweitert worden. Es ist hier nicht von dem Farbenwechsel die Rede, welcher, wie schon oben erinnert worden ist, das Funkeln auch in den weißesten Gestirnen begleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meist röthlichen Färbung, welche nahe am Horizont wegen der Beschaffenheit des Mediums (der Luftschichten, durch die wir sehen) das Sternlicht erleidet: sondern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als Folge eigenthümlicher Lichtprocesse und der ungleichen Constitution seiner Oberfläche jeder Weltkörper ausstrahlt. Die griechischen Astronomen

---

*) Auf spanischen Schiffen in der Südsee habe ich bei Matrosen den Glauben gefunden, daß man vor dem ersten Viertel das Alter des Mondes bestimmen könne, wenn man die Mondscheibe durch ein seidenes Gewebe betrachte und die Vervielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der Diffraction durch feine Spalten.

†) Outlines § 816. Arago hat den falschen Durchmesser des Aldebaran im Fernrohr von 4" bis 15" wachsen machen, indem er das Objectiv verengte.

‡) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. I p. 193; Arago, Annuaire 1842 p. 366.

‖) „Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope;" Outlines § 837. Vergl. auch Sir John Herschel, Capreise p. 29 und Arago im Annuaire pour 1834 p. 302–305. Unter den planetarischen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtstärke eines stark vergrößernden optischen Instruments dienen: der 1ste und 4te, von Lassell und Otto Struve 1847 wieder gesehene Uranustrabant: die beiden innersten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Bond's Hyperion); der von Lassell aufgefundene Neptunsmond. Das Eindringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer beredten Stelle zum Lobe Galilei's, dem er irriger Weise die Erfindung der Fernröhre zuschreibt, diese mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menschen in einen unbekannten Ocean leiten, „ut propiora exercere possint cum coelestibus commercia"; Works of Francis Bacon 1740 Vol. I Novum Organon p. 361.

kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der gestirnten Himmelsdecke, in den vom Licht durchströmten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden fast alle Abstufungen des prismatischen Farbenbildes zwischen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, telescopisch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in seinem Fixstern-Catalog 6 Sterne ὑπόκιῤῥοι, feuerröthlich*): nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, α des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht sogar Antares im Scorpion mit der Röthe†) des Mars, der selbst bald πυῤῥὸς, bald πυροειδὴς genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unserer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Castor als grünlich aufgeführt‡). Sirius gewährt demnach das einzige Beispiel einer historisch erwiesenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution||) muß allerdings auf der Oberfläche oder in der Photosphäre eines solchen Fixsternes (einer fernen Sonne, wie schon Aristarch von Samos die Fixsterne würde genannt haben) vorgegangen sein, um den Proceß zu stören, vermöge dessen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Absorption) anderer Complementar-Strahlen (sei es in der Photosphäre des Sternes selbst, sei es in wandernden kosmischen Gewölken) vorherrschend wurden. Es wäre zu wünschen, da dieser Gegenstand bei den großen Fortschritten der neueren Optik ein lebhaftes Interesse auf sich gezogen hat, daß man die Epoche einer solchen Naturbegebenheit, des Verschwindens der Röthung des Sirius, durch Bestimmung gewisser Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß schon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Cassiopeja 1572 erschienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 sich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden sah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabischen und persischen Astronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabständen von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher schon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae ruffae sagt die alte lateinische Uebersetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthselhaft

---

*) „Der Ausdruck ὑπόκιῤῥος, dessen sich Ptolemäus in seinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Ueberganges von feuergelb in feuerroth; er bedeutet also, genau zu sprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixsternen scheint er im Allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κιῤῥὸς ist nach Galenus (Meth. med. 12) ein blasses Feuerroth, das in Gelb spielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus, was nach Servius so viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derselbe zu den Sternen gehört, welche im Almagest ὑπόκιῤῥοι genannt werden, so bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrschen, oder wenigstens einen gewissen Antheil, rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus übersetzt worden sei, ist irrig. Cicero sagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus ille canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine ist nicht Uebersetzung des ποικίλος, sondern ein Zusatz des freien Uebersetzers." (Aus Briefen des Herrn Professor Franz an mich.) „Si en substituant *rutilus*," sagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), „au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius."

†) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

‡) Mädler, Astr. 1849 S. 391.

||) Sir John Herschel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. astr. Nachr. 1839 No. 372: „It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years so vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of *cosmical cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant." (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350–353.)

¶) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: „stella ruffa in Tauro Aldebaran: stella ruffa *in Geminis* quae appellatur *Hajok*, hoc est Capra." Alhajoc, Aijuk sind aber im arabisch-lateinischen Almagest die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt dazu

genug ¶), die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend sein, wäre Sirius zu seiner Zeit schon nicht mehr roth gewesen, daß El-Fergani, der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem so berühmten Stern nicht sollte bezeichnet haben. Negative Gründe sind allerdings selten beweisend; und auch bei Beteigeuze (α Orionis), der jetzt noch roth ist wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Fergani in derselben Stelle der Farbe nicht.

Es ist längs anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Fixsternen des Himmels Sirius in chronologischer Hinsicht, wie in seiner historischen Anknüpfung an die früheste Entwickelung menschlicher Cultur im Nilthale, die erste und wichtigste Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliacische Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortreffliche Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neuesten Untersuchungen von Lepsius *) die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders in jene uralte Epoche von fast 33 Jahrhunderten vor unserer Zeitrechnung, „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anschwellens auf den Tag des ersten Wassermonats (auf den ersten Pachon) fiel, sondern auch der heliacische Aufgang der Sothis." Die neuesten, bisher unveröffentlichten, etymologischen Versuche über Sothis und Sirius aus dem Koptischen, dem Zend, Sanskrit und Griechischen werde ich in eine Note †) zusammen-

---

mit Recht: daß Ptolemäus in dem ächten, durch Styl und alte Zeugnisse bewährten, astrologischen Werke (Τετράβιβλος σύνταξις) nach Aehnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und so Capella mit Martis stella, quae urit sicut congruit igneo ipsius colori mit Aurigae stella verbindet. (Vergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551. p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I Pars 1. lib. 6 cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen.

*) S. die Chronologie der Aegypter von Rich. Lepsius Bd. I. 1849 S. 190–195 und 213. Die vollständige Einrichtung des ägyptischen Calenders wird in die früheste Epoche des Jahres 3285 vor unserer Zeitrechnung, d. i. ohngefähr anderthalb Jahrhunderte nach der Erbauung der großen Pyramide des Cheops-Chufu, und 940 Jahre vor der gewöhnlichen Angabe der Sündfluth, gesetzt (Kosmos Buch II. S. 247 Anm. †). In der Berechnung über den Umstand, daß die von Oberst Vyse gemessene Inclination des unterirdischen, in das Innere der Pyramide führenden engen Ganges sehr nahe dem Winkel von 26° 15′ entspricht, welchen zu den Zeiten des Cheops (Chufu) der den Pol bezeichnende Stern α des Drachen in der unteren Culmination zu Gizeh erreichte, ist die Epoche des Pyramidenbaues nicht wie nach Lepsius im Kosmos, zu 3430, sondern (Outlines of Astr. § 319) zu 3970 vor Chr. angenommen. Dieser Unterschied von 540 Jahren widerstreitet um so weniger der Annahme, daß α Drac. für den Polarstern galt, als derselbe im Jahr 3970 noch 3° 44′ vom Pole abstand.

†) Aus freundschaftlichen Briefen des Prof. Lepsius (Februar 1850) habe ich folgendes geschöpft: „Der ägyptische Name des Sirius ist Sothis, als ein weibliches Gestirn bezeichnet; daher griechisch ἡ Σῶθις identificirt mit der Göttin Sote (hieroglyphisch öfters Sit) und im Tempel des großen Ramses in Theben mit Isis-Sothis (Lepsius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 119 und 136). Die Bedeutung der Wurzel findet sich im Koptischen, und zwar mit einer zahlreichen Wortfamilie verwandt, deren Glieder scheinbar weit aus einander gehen, sich aber folgendermaßen ordnen lassen. Durch dreifache Uebertragung der Verbal-Bedeutung erhält man aus der Urbedeutung auswerfen, projicere (sagittam, telum): erst säen, seminare; dann extendere, ausdehnen, ausbreiten (gesponnene Fäden); endlich, was hier am wichtigsten ist, Licht ausstrahlen und glänzen (von Sternen und Feuer). Auf diese Reihe der Begriffe lassen sich die Namen der Gottheiten Satis (die Schützin), Sothis (die Strahlende) und Seth (der Feurige) zurückführen. Hieroglyphisch lassen sich nachweisen: sit oder seti, der Pfeil wie auch der Strahl; seta, spinnen; setu, ausgestreute Körner. Sothis ist vorzugsweise das hellstrahlende, die Jahreszeiten und Zeitperioden regelnde Gestirn. Der kleine, immer gelb dargestellte Triangel, der ein symbolisches Zeichen der Sothis ist, wird, vielfach wiederholt und an einander gereihet (in dreifachen Reihen, von der Sonnenscheibe abwärts ausgehend), zur Bezeichnung der strahlenden Sonne benutzt! Seth ist der Feuergott, der sengende; im Gegensatz der wärmenden, befruchtenden Nilfluth, der die Saaten tränkenden weiblichen Gottheit Satis. Diese ist die Göttin der Cataracten, weil mit dem Erscheinen der Sothis am Himmel zur Zeit der Sommerwende das Anschwellen des Nils begann. Bei Vettius Valens wird der Stern selbst Σῆϑ statt Sothis genannt; keineswegs aber kann man, wie Ideler gethan hat (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 126), dem Namen oder der Sache nach auch Thoth mit Seth oder Sothis identificiren." (Lepsius Bd. I. S. 136.)

Diesen Betrachtungen aus der ägyptischen Urzeit lasse ich die hellenischen, Zend- und Sanskrit-Etymologien folgen: „Σείρ, die Sonne," sagt Professor Franz, „ist ein altes Stammwort, nur mundartlich verschieden von ϑέρ, ϑέρος, die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallautes wie in τεῖρος und τέρος oder τέρας hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältnisse der Stammwörter σείρ und ϑέρ, ϑέρος dient nicht nur die Anwendung von ϑερείτατος bei Aratus v. 149 (Ideler, Sternnamen S. 241), sondern auch der spätere Gebrauch der aus σείρ abgeleiteten Formen σειρός, σείριος, σειρινός, heiß, brennend. Es ist nämlich bezeichnend, daß σειρὰ oder σειρινὰ ἱμάτια eben so gesagt wird wie ϑερινὰ ἱμάτια, leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber sollte die Anwendung der Form σείριος werden; sie bildete das Beiwort aller Gestirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne σείριος ἀστήρ hieß und Ibycus die Gestirne überhaupt σείρια, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: πολλοὺς μὲν αὐτοῦ σείριος καταναvεῖ ὀξὺς ἐλλάμπων die Sonne wirklich gemeint ist, läßt sich nicht bezweifeln. Nach Hesychius

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

absolutes Uebergewicht der Sternmenge*) auf Seiten des schöneren südlichen Himmels. —Als ich im Jahr 1843 den Ingenieur-Hauptmann Schwinck freundschaftlich aufforderte mir die Vertheilung der 12148 Sterne (1^m bis 7^m inclus.), welche er auf Bessel's Anregung in seine Mappa coelestis eingetragen, nach Rectascensions-Verschiedenheit mitzutheilen, fand er in 4 Gruppen:

Rectasc. von	50°—140°	Zahl der Sterne	3147
„ „	140°—230°	„ „ „	2627
„ „	230°—320°	„ „ „	3523
„ „	320°— 50°	„ „ „	2851.

Diese Gruppen stimmen mit den noch genaueren Resultaten der Études stellaires überein, nach denen von Sternen 1^m bis 9^m die Maxima in Rectasc. in 6^h 40′ und 18^h 40′, die Minima im 1^h 30′ und 13^h 30′ fallen †).

Unter der zahllosen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, sind wesentlich von einader zu unterscheiden, in Hinsicht auf die muthmaßliche Gestaltung des Weltbaues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, sporadisch zerstreuten Fixsterne; und diejenigen, welche man in abgesonderte, selbstständige Gruppen zusammengedrängt findet. Die letzteren sind Sternhaufen oder Sternschwärme, die oft viele Tausende von telescopischen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, cometenartig leuchtend, erscheinen. Das sind die nebligen Sterne des Eratosthenes ‡) und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonsinischen Tafeln von 1252 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncius sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.

Die Sternhaufen selbst liegen entweder wiederum vereinzelt am Himmel; oder eng und ungleich, wie schichtenweise, zusammengedrängt, in der Milchstraße und den beiden Magellanischen Wolken. Der größte und gewiß für die Configuration der Milchstraßen-Ringe bedeutsamste Reichthum von runden Sternhaufen (globular clusters) findet sich in einer Region des südlichen Himmels ||) zwischen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des Scorpions und dem Altar (RA. 16^h 45′—19^h). Aber nicht alle Sternhaufen in oder nahe der Milchstraße sind rund und kugelförmig; es giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umrissen, wenig reich an Sternen und mit einem nicht sehr dichten Centrum. In vielen runden Sterngruppen sind die Sterne von gleicher Größe, in anderen sind sie sehr ungleich. In einigen seltenen Fällen zeigen sie einen schönen röthlichen Centralstern ¶) (RA. 2^h 10′, N. Decl. 56° 21′). Wie solche Weltinseln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei und ungestört rotiren können, ist ein schwieriges Problem der Dynamik. Nebelflecke und Sternhaufen, wenn auch von den ersteren jetzt sehr allgemein angenommen wird, daß sie ebenfalls aus sehr kleinen, aber noch ferneren Sternen bestehen, scheinen doch in ihrer örtlichen Vertheilung verschiedenen Gesetzen unterworfen. Die Erkenntniß dieser Gesetze wird vorzugsweise die Ahndungen über das, was man kühn den Himmelsbau zu nennen pflegt, modificiren. Auch ist die Beobachtung sehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke sich bei gleicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflösen als ovale**).

Von den wie in sich abgeschlossenen Systemen der Sternhaufen und Sternschwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden: gewiß den rohesten Völkern am frühesten bekannt, das Schiff-

*) A. a. O. § 795 und 796; Struve, Etudes d'Astr. stell. p. 66–73 auch (note 75).

†) Struve p. 59. Schwinck findet in seinen Karten RA. 0°–90° Sterne 2858; RA. 90°–180° Sterne 3011; RA. 180°–270° Sterne 2688; RA. 270°–360° Sterne 3591: Summe 12148 Sterne bis 7^m.

‡) S. über den Nebelkreis in der rechten Hand (bei dem Schwerdtgriff) des Perseus Eratosth. Catast. c. 22 p. 51 Schaubach.

||) John Herschel, Capreise § 105 p. 136.

¶) Outlines § 864–869 p. 591–596; Mädler, Astr. S. 764.

**) Capreise § 29 p. 19.

[illegible] der Kranz wohl [illegible] von der Kalk, von [illegible] Kreuz [illegible], von [illegible];

[illegible] Prunellen [illegible] Ast[illegible];

[illegible] Persons, [illegible];

[illegible];

[illegible] Kr. 1[illegible] ; AR. 15h 3[illegible] [illegible] 12ter Größe;

[illegible] Kranz [illegible] Ramn [illegible] AR. 1[illegible], N. Decl. 3[illegible] 4[illegible]; von Halley 1714 [illegible];

[illegible] von Halley (schon 1677 beschrieben, [illegible] als ein Stern 4[illegible]—[illegible] 13ter bis 15ter Größe [illegible]: AR. 15h 1[illegible], [illegible] Sir John Herschel's [illegible] des südlichen Him[illegible] p. 21 und 1[illegible], Outl. of Astr. p. 5[illegible];

[illegible] des südlichen Kreuzes (Nr. [illegible]), [illegible] 12—1?ter Größe [illegible] eines Quadrat[illegible], aber durch Sir John Herschel [illegible] gefärbt [illegible] und 1?2 Pl. I [illegible];

Sternhaufen 47 Toucani Bode; Nr. 2322 des Catalogs von Sir John Herschel, eines der [illegible] Objecte des südlichen Himmels. Es hat dasselbe auch mich einmal [illegible], als ich zuerst nach Peru kam und es unter 12° südl. der Breite [illegible] über den Horizont erheben sah. Die Sichtbarkeit für das [illegible] ist um so größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15' bis 20' Durchmesser, [illegible] der kleinen Magellanischen Wolke nahe, aber auf einer ganz [illegible] Stelle steht. Er ist im Inneren [illegible], concentrisch mit einem weißen Ringe [illegible] aus Sternchen 14m bis 16m und zwar von gleicher Größe zusam[illegible] [illegible] der Kugelform [illegible] darbietend *).

Sternhaufen am Gürtel der Andromeda bei [illegible] dieser Constellation. Die Auflösung des [illegible] der Andromeda in Sternchen, von denen über 15[illegible] erkannt worden sind, gehört zu den merkwürdigsten Entdeckungen in der beobachtenden Astronomie unserer Zeit. Sie ist das Verdienst von George Bond †), Gehülfen an der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten (März 1848), und zeugt zugleich für die [illegible] Lichtstärke des dort aufgestellten, mit einem Objective von 14 Pariser Zoll Durchmesser versehenen Refractors, da selbst ein Reflector von 18 Zoll Durchmesser [illegible] „noch keine Spur von der Anwesenheit eines Sternes ahnden läßt ‡).“ [illegible] ist der Sternhaufen in der Andromeda schon am Ende des zehnten Jahrhunderts als ein Nebel von ovaler Form aufgeführt worden; sicherer ist es aber, daß Simon [illegible] aus Gunzenhausen, derselbe, der auch den Farbenwechsel bei der Scintillation bemerkte, ihn am 15. Dec. 1612 als einen neuen, von Tycho nicht genannten, [illegible] wundersamen Weltkörper erkannt und zuerst umständlich beschrieben hat. Ein halbes Jahrhundert später beschäftigte sich Boulliaud, der Verfasser der Astronomia philolaica, mit demselben Gegenstande. Was diesem Sternhaufen, der 2½° Länge und über 1° Breite hat, einen besonderen Charakter giebt, sind die zwei merkwürdigen, unter sich und der Länge nach parallelen, sehr schmalen schwarzen Streifen, welche rißartig das

---

*) „A [illegible] object, a most magnificent globular cluster,“ [illegible] Sir John Herschel, „completely insulated, [illegible] on a ground of the sky perfectly black [illegible] the whole breadth of the sweep.“ (Capreise p. 1? und 51, Pl. III fig. 1; Outlines § 895 p. 615.)

†) Bond in den Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, new series Vol. III. p. 75.

‡) Outlines § 874 p. 601.

Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 697.

Ganze nach Bond's Untersuchung durchsetzen. Diese Gestaltung erinnert lebhaft an den sonderbaren Längenriß in einem unaufgelösten Nebel der südlichen Hemisphäre, No. 3501, welchen Sir John Herschel beschrieben und abgebildet hat (Capreise p. 20 und 105 Pl. IV fig. 2).

Ich habe dieser Auswahl merkwürdiger Sternhaufen, trotz der wichtigen Entdeckungen, welche wir dem Lord Rosse und seinem Riesen-Reflector zu verdanken haben, den großen Nebel im Gürtel des Orion noch nicht beigefügt, da es mir geeigneter zu sein scheint von den in demselben bereits aufgelösten Theilen in dem Abschnitt von den Nebelflecken zu handeln.

Die größte Anhäufung von Sternhaufen, keinesweges von Nebelflecken, findet sich in der Milchstraße*) (Galaxias, dem Himmels-Flusse†) der Araber), welche fast einen größten Kreis der Sphäre bildet und gegen den Aequator unter einem Winkel von 63° geneigt ist. Die Pole der Milchstraße liegen: RA. 12^h 47′, nördl. Decl. 27° und RA. 0^h 47′, südlich Declination 27°; also als Nordpol nahe dem Hauptbaar der Berenice, als Südpol zwischen Phönix und Wallfisch. Wenn alle planetarischen örtlichen Verhältnisse auf die Ekliptik, auf den größten Kreis, in welchem die Ebene der Sonnenbahn die Sphäre durchschneidet, bezogen werden; so finden gleich bequem viele örtliche Beziehungen der Fixsterne (z. B. die ihrer Anhäufung oder Gruppirung) auf den fast größten Kreis der Milchstraße statt. In diesem Sinne ist dieselbe für die siderische Welt, was die Ekliptik vorzugsweise für die Planetenwelt unseres Sonnensystems ist. Die Milchstraße schneidet den Aequator im Einhorn zwischen Procyon und Sirius, RA. 6^h 54′ (für 1800), und in der linken Hand des Antinous, RA. 19^h 15′. Die Milchstraße theilt demnach die Himmelssphäre in zwei etwas ungleiche Hälften, deren Areale sich ohngefähr wie 8 : 9 verhalten. In der kleineren Hälfte liegt der Frühlingspunkt. Die Breite der Milchstraße ist in ihrem Laufe sehr veränderlich‡). Wo sie am schmalsten und zugleich mit am glänzendsten ist, zwischen dem Vordertheil des Schiffes und dem Kreuze, dem Südpol am nächsten, hat sie kaum 3 bis 4 Grad Breite; an anderen Punkten 16°, und getheilt zwischen dem Schlangenträger und Antinous ||) bis 22°. William Herschel hat bemerkt, daß, nach seinen Stern-Aichungen zu urtheilen, die Milchstraße in vielen Regionen eine 6 bis 7 Grad größere Breite hat, als es uns der dem unbewaffneten Auge sichtbare Sternschimmer verkündigt¶).

Der Milchweiße der ganzen Zone hatte schon Huygens, welcher im Jahr 1656 seinen 23füßigen Refractor auf die Milchstraße richtete, den unauflöslichen Nebel abgesprochen. Sorgfältigere Anwendung von Spiegeltelescopen der größten Dimension und Lichtstärke hat später noch sicherer erwiesen, was schon Democritus und Manilius vom alten Wege des Phaeton vermutheten, daß der milchige Lichtschimmer allein den zusammengedrängten kleinen Sternschichten, nicht aber den sparsam eingemengten Nebelflecken zuzuschreiben sei. Dieser Lichtschimmer ist derselbe an Punkten, wo alles sich vollkommen in

---

*) Die erste und einzige ganz vollständige Beschreibung der Milchstraße in beiden Hemisphären verdanken wir Sir John Herschel in der Capreise (Results of Astronomical Observations made during the years 1834–1838, at the Cape of Good Hope) § 316–335, und noch neuer in den Outlines of Astr. § 787–799. In dem ganzen Abschnitt des Kosmos, welcher der Richtung, der Verzweigung und dem so verschiedenartigen Inhalte der Milchstraße gewidmet ist, bin ich allein dem obengenannten Astronomen und Physiker gefolgt. (Vergl. auch Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 35–79; Mädler, Astr. 1849 § 213: Kosmos Buch I. S. 49, 75 und 158). Es bedarf hier wohl kaum der Bemerkung, daß, um nicht dem Sicheren Unsicheres beizumengen, ich in der Beschreibung der Milchstraße nichts von dem benutzt habe, was ich, mit lichtschwachen Instrumenten ausgerüstet über das so ungleichartige Licht der ganzen Zone während meines langen Aufenthalts in der südlichen Hemisphäre in Tagebüchern niedergeschrieben hatte.

†) Die Vergleichung der getheilten Milchstraße mit einem Himmelsflusse hat die Araber veranlaßt, Theile der Constellation des Schützen, dessen Bogen in eine sternreiche Region derselben fällt, das zur Tränke gehende Vieh zu nennen, ja den so wenig des Wassers bedürftigen Strauß darin zu finden. (Ideler, Untersuchung über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen S. 78, 183 und 187; Niebuhr, Beschreibung von Arabien S. 112.)

‡) Outlines p. 529; Schubert, Astr. Th. III. S. 71.

||) Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 41.

¶) Kosmos Buch I. S. 75 und Anm. *).

Sterne auflöst, und zwar in Sterne, die sich auf einen schwarzen, ganz dunstfreien Grund projiciren*). Es ist im allgemeinen ein merkwürdiger Charakter der Milchstraße, daß kugelförmige Sternhaufen (globular clusters) und Nebelflecke von regelmäßiger ovaler Form in derselben gleich selten sind†): während beide in sehr großer Entfernung von der Milchstraße sich angehäuft finden; ja in den Magellanischen Wolken isolirte Sterne, kugelförmige Sternhaufen in allen Zuständen der Verdichtung, und Nebelflecke von bestimmt ovaler und von ganz unregelmäßiger Form mit einander gemengt sind. Eine merkwürdige Ausnahme von dieser Seltenheit kugelförmiger Sternhaufen in der Milchstraße bildet eine Region derselben zwischen RA. 16h 45' und 18h 44': zwischen dem Altar, der südlichen Krone, dem Kopf und Leibe des Schützen, und dem Schwanz des Scorpions. Zwischen ε und ϑ des letzteren liegt selbst einer der an dem südlichen Himmel so überaus seltenen ringförmigen Nebel‡). In dem Gesichtsfelde mächtiger Telescope (und man muß sich erinnern, daß nach Schätzungen von Sir William Herschel ein 20füßiges Instrument 900, ein 40füßiges 2800 Siriusweiten eindringt) erscheint die Milchstraße eben so verschiedenartig in ihrem siderealen Inhalte, als sie sich unregelmäßig und unbestimmt in ihren Umrissen und Grenzen dem unbewaffneten Auge darstellt. Wenn in einigen Strichen sie über weite Räume die größte Einförmigkeit des Lichts und der scheinbaren Größe der Sterne darbietet, so folgen in anderen Strichen die glänzendsten Fleckchen eng zusammengedrängter Lichtpunkte, durch dunklere ||), sternarme Zwischenräume körnig oder gar netzförmig unterbrochen; ja in einigen dieser Zwischenräume, ganz im Innern der Galaxis, ist auch nicht der kleinste Stern (18m oder 20m) zu entdecken. Man kann sich des Gedankens nicht erwehren, daß man dort durch die ganze Sternschicht der Milchstraße wirklich durchsehe. Wenn Stern-Aichungen eben erst im telescopischen Gesichtsfelde (von 15' Durchmesser) nur 40 bis 50 Sterne als Mittelzahl gegeben haben, so folgen bald daneben Gesichtsfelder mit 400 bis 500. Sterne von höherer Ordnung treten oft im feinsten Sternendunste auf, während alle mittleren Ordnungen fehlen. Was wir Sterne der niedrigsten Ordnung nennen, mögen uns nicht immer nur wegen ihres ungeheuren Abstandes als solche erscheinen, sondern auch weil sie wirklich von geringerem Volum und geringerer Lichtentwickelung sind.

Um die Contraste der reicheren oder ärmeren Anhäufung von Sternen, des größten oder minderen Glanzes aufzufassen, muß man Regionen bezeichnen, die sehr weit von einander entfernt liegen. Das Maximum der Anhäufung und der herrlichste Glanz findet sich zwischen dem Vordertheil des Schiffes und dem Schützen; oder, genauer gesprochen, zwischen dem Altar, dem Schwanz des Scorpions, der Hand und dem Bogen des Schützen, und dem rechten Fuß des Schlangenträgers. „Keine Gegend der ganzen Himmelsdecke gewährt mehr Mannigfaltigkeit und Pracht durch Fülle und Art der Gruppirung ¶)." Diese

---

*) „Stars standing on a clear black ground (Capreise p. 391). This remarkable belt (the milky way, when examined through powerful telescopes) is found (wonderful to relate!) *to consist entirely of stars scattered by millions*, like glittering dust, on the *black ground* of the general heavens." Outlines p. 182, 537 und 539.)

†) „*Globular clusters*, except in one region of small extent (between 16h 45' and 19h in R.A.), and *nebulae of regular elliptic forms* are comparatively rare in the Milky Way, and are found congregated in the greatest abundance in a part of the heavens the most remote possible from that circle." Outlines p. 614. Schon Huygens war seit 1656 auf den Mangel alles Nebels und aller Nebelflecke in der Milchstraße aufmerksam. In derselben Stelle, in welcher er die erste Entdeckung und Abbildung des großen Nebelfleckes in dem Gürtel des Orion durch einen 23füßigen Refractor (1656) erwähnt, hat er (wie ich schon oben in Buch II. des Kosmos S. [illegible] Anm. [illegible]) bemerkt): viam lacteam perspicillis inspectam nullas habere nebulas: die Milchstraße sei, wie alles, was man für Nebelsterne halte, ein großer Sternhaufen. Die Stelle ist abgedruckt in Huygenii Opera varia 1724 p. 540.

‡) Capreise S. 105, 107 und 328. Ueber den Nebelring No. 3686 s. p. 114.

||) Intervals absolutely dark *and completely void of any star* of the smallest telescopic magnitude." Outlines p. 536.

¶) „No region of the heavens is fuller of objects, beautiful and remarkable in themselves, and rendered still more so by their mode of association and by the peculiar features assumed by the Milky Way which are without a parallel in any other part of its course." (Capreise p. 386.) Dieser so lebendige Ausspruch von Sir John Herschel stimmt ganz mit den Eindrücken überein, die ich selbst empfangen. Cap. Jacob (Bombay Engineers) sagt von der Licht-Intensität der Milchstraße in der Nähe des südlichen Kreuzes mit treffender Wahrheit; such is the general blaze of

südlichen Region kommt im Maximum am nächsten an unserem nördlichen Himmel die anmuthige und sternreiche Gegend im Adler und Schwan, wo die Milchstraße sich theilt. So wie die größte Schmalheit unter den Fuß des Kreuzes fällt, so ist dagegen die Region des Minimums des Glanzes (der Verödung der Milchstraße) in der Gegend des Einhorns wie in der des Perseus.

Die Pracht der Milchstraße in der südlichen Hemisphäre wird noch durch den Umstand vermehrt, daß zwischen dem durch seine Veränderlichkeit so berühmt gewordenen Stern η Argûs und α Crucis, unter den Parallelen von 59 und 60 Grad südlicher Breite, die merkwürdige Zone sehr großer und wahrscheinlich uns sehr naher Gestirne, zu welcher die Constellationen des Orion und des Großen Hundes, des Scorpions, des Centaur und des Kreuzes gehören, die Milchstraße unter einem Winkel von 20° schneidet. Ein größter Kreis, der durch ϵ Orionis und den Fuß der Kreuzes gelegt wird, bezeichnet die Richtung dieser merkwürdigen Zone. Die, man möchte sagen malerisch-landschaftliche Wirkung der Milchstraße wird in beiden Hemisphären durch ihre mehrfache Theilung erhöht. Sie bleibt ohngefähr $\frac{2}{5}$ ihres Zuges hindurch ungetheilt. In der großen Bifurcation trennen sich nach Sir John Herschel die Zweige bei α Centauri *): nicht bei β Centauri, wie unsere Sternkarten angeben, oder beim Altar, wie Ptolemäus will †); sie kommen wieder zusammen im Schwan.

Um den ganzen Verlauf und die Richtung der Milchstraße mit ihren Nebenzweigen im allgemeinen übersehen zu können, geben wir hier in gedrängter Kürze eine Uebersicht, die nach der Folge der Rectascensionen geordnet ist. Durch γ und ϵ Cassiopejae hindurchgehend, sendet die Milchstraße südlich einen Zweig nach ϵ Persei, welcher sich gegen die Plejaden und Hyaden verliert. Der Hauptstrom, hier sehr schwach, geht über die Hoedi (Böckchen) im Fuhrmann, die Füße der Zwillinge, die Hörner des Taurus, das Sommer-Solstitium der Ekliptik und die Keule des Orion nach 6^h 54′ RA. (für 1800), den Aequator an dem Halse des Einhorns schneidend. Von hier an nimmt die Helligkeit beträchtlich zu. Am Hintertheil des Schiffes geht ein Zweig südlich ab bis γ Argûs, wo derselbe plötzlich abbricht. Der Hauptstrom setzt fort bis 33° südl. Decl., wo er, fächerförmig zertheilt (20° breit), ebenfalls abbricht, so daß in der Linie von γ nach λ Argûs sich eine weite Lücke in der Milchstraße zeigt. In ähnlicher Ausbreitung beginnt letztere nachher wieder, verengt sich aber an den Hinterfüßen des Centauren und vor dem Eintritte in das südliche Kreuz, wo sie ihren schmalsten Streifen von nur 3° oder 4° Breite bildet. Bald darauf dehnt sich der Lichtweg wieder zu einer hellen und breiten Masse aus, die β Centauri wie α und β Crucis einschließt und in deren Mitte der schwarze birnförmige Kohlensack liegt, dessen ich im 7ten Abschnitt näher erwähnen werde. In dieser merkwürdigen Region, etwas unterhalb des Kohlensackes, ist die Milchstraße dem Südpol am nächsten.

Bei α Centauri tritt die schon oben berührte Haupttheilung ein: eine Bifurcation, welche sich nach den älteren Ansichten bis zu dem Sternbild des Schwanes erhält. Zuerst, von α Centauri aus gerechnet, geht ein schmaler Zweig nördlich nach dem Wolf hinwärts, wo er sich verliert; dann zeigt sich eine Theilung beim Winkelmaaß (bei γ Normae). Der nördliche Zweig bildet unregelmäßige Formen bis in die Gegend des Fußes des Schlangenträgers, wo er ganz verschwindet; der südlichste Zweig wird jetzt der Hauptstrom, und geht durch den Altar und den Schwanz des Scorpions nach dem Bogen des Schützen, wo er in

---

star-light near the Cross from that part of the sky, that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon. S. Piazzi Smyth on the Orbit of α Cent. in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI p. 445.

*) Outlines § 789 und 791, Capreise § 325.

†) Almagest lib. VIII cap. 2 (T. II. p. 84 und 90 Halma). Die Beschreibung des Ptolemäus ist in einzelnen Theilen vortrefflich, besonders verglichen mit der Behandlung der Milchstraße in Aristot. Meteor. lib. I p. 29 und 34 nach Ideler's Ausgabe.

276° Länge die Ekliptik durchschneidet. Weiterhin erkennt man ihn aber in [illegible] fleckiger Gestalt, fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis [illegible] Hier beginnt eine sehr unregelmäßige Gegend: wo zwischen ε, α und γ Cygni [illegible] dunkle Leere sich zeigt, die Sir John Herschel*) mit dem Kohlensack im südlichen [illegible] vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme [illegible] Einer derselben, von größerer Lichtstärke, kann gleichsam rückwärts über β Cygni [illegible] Aquilae verfolgt werden, jedoch ohne sich mit dem bereits oben erwähnten, bis [illegible] des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Ansatz der [illegible] dehnt sich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, also in der Nähe der Cassiopeja, [illegible] cher Constellation an wir die Schilderung der Milchstraße begonnen haben, nach den [illegible] nen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortschritten, welche durch Anwendung großer [illegible] mälig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verschiedenheit der [illegible] tration in einzelnen Theilen der Milchstraße gemacht hat, sind an die Stelle bloß [illegible] scher Projections-Ansichten mehr physische Gestaltungs-Ansichten getreten. [illegible] Wright †) von Durham, Kant, Lambert und zuerst auch William Herschel waren [illegible] die Gestaltung der Milchstraße und die scheinbare Anhäufung der Sterne in derselben [illegible] eine Folge der abgeplatteten Gestalt und ungleichen Dimensionen der Weltinsel ([illegible] schicht) zu betrachten, in welche unser Sonnensystem eingeschlossen ist. Die Hypothese [illegible] der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixsterne ist neuerdings [illegible] erschüttert worden. Der kühne und geistreiche Erforscher des Himmels, William [illegible] hat sich in seinen letzten Arbeiten ‡) für die Annahme eines Ringes von Sternen [illegible] den, die er in seiner schönen Abhandlung vom Jahre 1784 bestritt. Die neuesten [illegible] tungen haben die Hypothese von einem System von einander abstehender concentri[illegible] Ringe begünstigt. Die Dicke dieser Sternringe scheint sehr ungleich; und die [illegible] Schichten, deren vereinten, stärkeren oder schwächeren, Lichtglanz wir empfangen, [illegible] gewiß in sehr verschiedenen Höhen, d. h. in verschiedenen Entfernungen von uns: [illegible] relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe schätzen, [illegible] nicht in der Art als maaßgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man [illegible] digend den Radius der Abstandssphäre numerisch ‖) daraus bestimmten könnte.

In vielen Gegenden der Milchstraße genügt die raumdurchdringende Kraft der [illegible] mente ganze Sternwolken aufzulösen und die einzelnen Lichtpunkte auf die dunkle, [illegible] Himmelsluft projicirt zu sehen. Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie. „[illegible] us," sagt Sir John Herschel, „irresistibly to the conclusion, that in these regions [illegible] see *fairly through* the starry stratum ¶)." In anderen Gegenden sieht man [illegible] Oeffnungen und Spalten, sei es auf ferne Weltinseln oder weit auslaufende Zweige [illegible] Ring-Systems; in noch anderen ist die Milchstraße bisher unergründlich ([illegible] insondable) geblieben, selbst für das 40füßige Telescop**). Untersuchungen über [illegible]

---

*) Outlines p. 531. Auch zwischen α und γ der Cassiopea ist ein auffallend dunkler Flecken dem Contraste der leuchtenden Umgebung zugeschrieben; s. Struve, Etudes stell. note 85.

†) Einen Auszug aus dem so seltenen Werke des Thomas Wright von Durham (Theory of the Universe, London 1750) hat Morgan gegeben in dem Philos. Magazine Ser. III. No. 32 p. 241. Thomas Wright, auf dessen Bestrebungen Kant's und William Herschel's sinnreiche Speculationen über die Gestaltung unserer Sternschicht die Aufmerksamkeit der Astronomen seit dem Anfang dieses Jahrhunderts so bleibend geheftet haben, beobachtete selbst nur mit einem Reflector von 1 Fuß Focallänge.

‡) Pfaff in Will. Herschel's sämmtl. Schriften Bd. I. (1826) S. 78–81; Struve, Etudes stell. p. 35–44.

‖) Encke in Schumacher's Astr. Nachr. [illegible] (1847) S. 341–346.

¶) Outlines p. 536. Auf der nächstfolgenden [illegible] heißt es über denselben Gegenstand: „In such [illegible] is equally impossible not to perceive that [illegible] looking *through* a sheet of stars of no great [illegible] ness compared with the distance which [illegible] them from us."

**) Struve, Etudes stell. p. 63. [illegible] reichen die größten Fernröhre einen solchen [illegible] Himmelsluft, in welchem das Dasein einer [illegible] Ferne aufglimmenden Sternschicht sich nur [illegible] „getüpfeltes, gleichsam lichtgeflecktes" Ansehen [illegible] digt (by a uniform dotting or stippling of the [illegible] of view). S. in der Capreise p. 390 den [illegible] „on some indications of very remote [illegible] branches of the Milky Way, or of an [illegible]

leichartige Licht-Intensität der Milchstraße wie über die Größenordnungen der Sterne, welche von den Polen der Milchstraße zu ihr selbst hin an Menge regelmäßig unehmen (die Zunahme wird vorzugsweise 30° auf jeder Seite der Milchstraße in Ster-ien unterhalb der 11ten Größe *), also in 16/17 aller Sterne, bemerkt), haben den neuesten Erforscher der südlichen Himmelssphäre zu merkwürdigen Ansichten und wahrscheinlichen Resultaten über die Gestalt des galactischen Ring-Systems und über das geleitet, was man ihn die Stelle der Sonne in der Weltinsel nennt, welcher jenes Ring-System an-ngehört. Der Standort, den man der Sonne anweist, ist excentrisch: vermuthlich da, wo ine Nebenschicht sich von dem Hauptringe abzweigt †) in einer der verödeteren Regionen, ie dem südlichen Kreuze näher liegt als dem entgegengesetzten Knoten der Milch-raße ‡). „Die Tiefe, zu der unser Sonnensystem in das Stern-Stratum, welches die Milchstraße bildet, eingetaucht liegt, soll dazu (von der südlichen Grenz-Oberfläche an erechnet) dem Abstande oder Lichtwege von Sternen der 9ten und 10ten, nicht der 11ten Größe gleich sein ||)." Wo, der eigenthümlichen Natur gewisser Probleme nach, Messungen nd unmittelbare sinnliche Wahrnehmungen fehlen, ruht nur wie ein Dämmerlicht auf Resultaten, zu welchen, ahndungsvoll getrieben, die geistige Anschauung sich erhebt.

V.

leu erschienene und verschwundene Sterne. — Veränderliche Sterne in gemessenen, wieder-ehrenden Perioden. — Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist.

Neue Sterne. — Das Erscheinen vorher nicht gesehener Sterne an der Himmels-ecke, besonders wenn es ein plötzliches Erscheinen von stark funkelnden Sternen erster Größe ist, hat von je her als eine Begebenheit in den Welträumen Erstaunen rregt. Es ist dies Erstaunen um so größer, als eine solche Naturbegebenheit, ein auf inmal Sichtbar-Werden dessen, was vorher sich unserem Blicke entzog, aber deshalb doch ls vorhanden gedacht wird, zu den allerseltensten Erscheinungen gehört. In den drei Jahrhunderten von 1500 bis 1800 sind 42 den Bewohnern der nördlichen Hemisphäre it unbewaffnetem Auge sichtbare Cometen erschienen, also im Durchschnitt in hundert Jahren vierzehn, während für dieselben drei Jahrhunderte nur 8 neue Sterne beobachtet urden. Die Seltenheit der letzteren wird noch auffallender, wenn man größere Perioden mfaßt. Von der in der Geschichte der Astronomie wichtigen Epoche der Vollendung der Alphonsinischen Tafeln an bis zum Zeitalter von William Herschel, von 1252 bis 1800 ählt man der sichtbaren Cometen ohngefähr 63, der neuen Sterne wieder nur 9; also ir die Zeit, in welcher man in europäischen Culturländern auf eine ziemlich genaue Auf-ählung rechnen kann, ergiebt sich das Verhältniß der neuen Sterne zu den ebenfalls mit roßen Augen sichtbaren Cometen wie 1 zu 7. Wir werden bald zeigen, daß, wenn man e nach den Verzeichnissen des Ma-tuan-lin in China beobachteten neu erschienenen Sterne rgfältig von den sich schweiflos bewegenden Cometen trennt und bis anderthalb Jahr-underte vor unserer Zeitrechnung hinaufsteigt, in fast 2000 Jahren in allem kaum 20 bis 2 solcher Erscheinungen mit einiger Sicherheit aufgeführt werden können.

dereal System, or Systems, bearing a resemblance such branches."

*) Capreise § 314.

†) Sir William Herschel in den Philos. Transact. r 1785 p. 21; Sir John Herschel, Capreise § 293. Vergl. auch Struve, Descr. de l'Observatoire de ulkova 1845 p. 267–271.)

‡) „I think," sagt Sir John Herschel, „it is im-ossible to view this splendid zone from *a Centauri* the Cross without an impression, amounting almost to conviction, that the milky way is not a mere stratum, but annular; or at least that our system is placed within one of the poorer or almost vacant parts of its general mass, and that eccentrically, so as to be much nearer to the region about the Cross than to that diametrically opposite to it." (Mary Somerville on the connexion of the physical sciences 1846 p. 419.)

||) Capreise § 315.

Ehe wir zu allgemeinen Betrachtungen übergehen, scheint es mir am geeignetsten, durch die Erzählung eines Augenzeugen, und bei einem einzelnen Beispiele verweilend, die Lebendigkeit des Eindrucks zu schildern, welchen der Anblick eines **neuen Sternes** hervorbringt. Als ich, sagt Tycho Brahe, von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich (ut aulicae vitae fastidium lenirem) in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuschung sei, und um das Zeugniß Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern eben so sähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutschland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk" die Astronomen erst auf die große Erscheinung am Himmel aufmerksam machten, „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Cometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte."

„Den neuen Stern," fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Fixsternen völlig gleich, nur noch stärker funkelnd als Sterne erster Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich setzen, wenn sie der Erde am nächsten steht (wo dann nur ihr vierter Theil erleuchtet ist). Menschen, die mit scharfen Augen begabt sind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke (nubus non admodum densas) gesehen. Abstände von anderen nahen Sternen der Cassiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von seiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgesetzte photometrische Schätzungen gaben für Februar und März Gleichheit mit Sternen erster Ordnung (stellarum affixarum primi honoris; denn Tycho scheint den Ausdruck des Manilius, stellae fixae, nie gebrauchen zu wollen); für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2ter, für Julius und August 3ter, für October und November 4ter Größe. Gegen den Monat November war der neue Stern nicht heller als der 11te im unteren Theil der Stuhllehne der Cassiopea. Der Uebergang zur 5ten und 6ten Größe fand vom December 1573 bis Februar 1574 statt. Im folgenden Monat verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, spurlos für das bloße Auge." (Das Fernrohr wurde erst 37 Jahre später erfunden.)

Der allmälige Verlust der **Leuchtkraft** des Sternes war dazu überaus regelmäßig, ohne (wie bei η Argûs, einem freilich nicht **neu** zu nennenden Sterne in unseren Tagen der Fall ist) durch mehrmalige Perioden des **Wiederaufloderns**, durch eine Wiedervermehrung der Lichtstärke, unterbrochen zu werden. Wie die Helligkeit, so veränderte sich auch die Farbe, was später zu vielen irrigen Schlüssen über die Geschwindigkeit farbigen Strahlen auf ihrem Wege durch die Welträume Anlaß gegeben hat. Bei seinem ersten Erscheinen, so lange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er 2 Monate lang weiß; dann ging er durch die gelbe Farbe in die rothe über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn **fast** mit der rechten Schulter des Orion (mit Beteigeuze) vergleichbar. Am meisten glich seine Farbe der rothen Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, besonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück (albedinem quandam sublividam induebat, qualis Saturni stellae subesse videtur). So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübten Weiße und

ältniß zur Lichtschwäche auffallend stark funkelnd, bis zum allmäligen völligen Ver-
n im Monat März 1574.

lmständlichkeit dieser Angaben *) beweist schon den Einfluß, welchen das Natur-
:n in einer für die Astronomie so glänzenden Epoche auf Anregung der wichtigsten
ıusüben mußte. Da (trotz der oben geschilderten allgemeinen Seltenheit der neuen
Erscheinungen derselben Art sich, zufällig in den kurzen Zeitraum von 32 Jahren
ngedrängt, für europäische Astronomen dreimal wiederholten, so wurde die An-
ım so lebhafter. Man erkannte mehr und mehr die Wichtigkeit der Sterncataloge,
Neuheit des auflodernden Gestirns gewiß zu sein; man discutirte die Periodicität †)
edererscheinen nach vielen Jahrhunderten): ja Tycho stellte kühn eine Theorie über
ungs- und Gestaltungsprocesse der Sterne aus kosmischem Nebel auf, welche viel
: mit der des großen William Herschel hat. Er glaubt, daß der dunstförmige, in
:rdichtung leuchtende Himmelsstoff sich zu Firsternen balle: Caeli materiam tenuis-
ıbique nostro visui et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum con-
a, stellam effingere. Dieser überall verbreitete Himmelsstoff habe schon eine ge-
:dichtung in der Milchstraße, die in einem milden Silberlichte aufdämmere. Des-
e der neue Stern, wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 aufloderten, am
er Milchstraße selbst (quo factum est quod nova stella in ipso Galaxiae margine
'it); man glaube sogar noch die Stelle (die Oeffnung, hiatus) zu erkennen, wo
ge Himmelsstoff der Milchstraße entzogen worden sei ‡). Alles dies erinnert an
:rgang des kosmischen Nebels in Sternschwärme, an die haufenbildende Kraft, an
entration zu einem Centralkern, an die Hypothesen über die stufenweise Entwicke-
Starren aus dem dunstförmig Flüssigen, welche im Anfang des 19ten Jahrhun-
· Geltung kamen, jetzt aber, nach ewig wechselnden Schwankungen in der Gedan-
vielfach neuem Zweifel unterworfen werden.

:n neu erschienenen kurzzeitigen Sternen (temporary stars) kann man mit
:r Gewißheit folgende rechnen, die ich nach den Epochen des ersten Aufloderns ge-
ıbe:

l vor Chr. im Scorpion,	m) 1230 im Ophiuchus,
} nach Chr. im Ophiuchus,	n) 1264 zwischen Cepheus und Cassiopea,
} im Centaur,	o) 1572 in der Cassiopea
)?	p) 1578,
} im Schützen,	q) 1584 im Scorpion,
) im Adler,	r) 1600 im Schwan,
} im Scorpion,	s) 1604 im Ophiuchus,
'? im Scorpion	t) 1609,
) zwischen Cepheus und Cassiopea,	u) 1670 im Fuchs,
l2 im Widder,	v) 1848 im Ophiuchus.
)3 im Scorpion,	

admiranda Nova Stella anno 1572 exorta,
nis Brahe Astronom ae instauratae Pro-
ata 1603 p. 298–304 und 578. Ich bin in
ganz der Erzählung gefolgt, welche Tycho selbst
:r sehr unwichtigen, aber in vielen astronomi-
riften wiederholten Behauptung, daß Tycho
h einen Zusammenlauf von Landvolk auf die
ıg des neuen Sterns aufmerksam gemacht
rfte daher hier nicht gedacht werden.

danus in seinem Streite mit Tycho stieg bis
Stern der Magier hinauf, welcher mit
ı von 1572 identisch sein sollte. Ideler glaubt
n Conjunctions-Berechnungen des Saturn
Jupiter, und nach gleichen Vermuthungen, die
dem Erscheinen des neuen Sterns im Schlan-
von 1604 ausgesprochen: daß der Stern der
Weisen aus dem Morgenlande, wegen der
häufigen Verwechselung von ἀστήρ und ἄστρον, nicht ein
einzelner großer Stern, sondern eine merkwürdige Ge-
stirnstellung, die große Annäherung zweier hell-
glänzenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite,
gewesen sei. (Vergl. Tychonis Progymnasmata p. 324
–330 mit Ideler, Handbuch der mathematischen und
technischen Chronologie Bd. II. S. 399–407.)

‡) Progymn. p. 324–330. Tycho gründet sich in
seiner Theorie der neuen Sternbildung aus dem kos-
mischen Nebel der Milchstraße auch auf die
merkwürdigen Stellen des Aristoteles über den Verkehr
der Cometenschweife (der dunstförmigen Ausstrahlungen
der Cometenkerne) mit dem Galarias, deren ich oben er-
wähnte (Kosmos Buch I. S. 49 und Anm. †).

Erläuterungen:

a) Erste Erscheinung, Julius 134 vor dem Anfang unserer Zeitrechnung, aus chinesischen Verzeichnissen des Ma-tuan-lin, deren Bearbeitung wir dem sprachgelehrten Eduard Biot verdanken (Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 61); zwischen β und ρ des Scorpions. Unter den außerordentlichen, fremdartig aussehenden Gestirnen dieser Verzeichnisse, welche auch Gast-Sterne (étoiles hôtes, ke-sing, gleichsam Fremdlinge von sonderbarer Physiognomie) genannt und von den mit Schweifen versehenen Cometen durch die Beobachter selbst gesondert worden sind, finden sich allerdings unbewegliche neue Sterne mit einigen ungeschwänzten fortschreitenden Cometen vermischt; aber in der Angabe der Bewegung (Ke-sing von 1092, 1181 und 1458) und in der Nicht-Angabe der Bewegung, wie in dem gelegentlichen Zusatz: „der Ke-sing löste sich auf" (und verschwand), liegt ein wichtiges, wenn gleich nicht untrügliches Criterium. Auch ist wohl hier an das so schwache, nie funkelnde, mildstrahlende Licht des Kopfs aller geschweiften und ungeschweiften Cometen zu erinnern, während die Licht-Intensität der chinesischen sogenannten außerordentlichen (fremdartigen) Sterne mit der der Venus verglichen wird: was auf die Cometennatur überhaupt und insbesondere auf die der ungeschweiften Cometen gar nicht paßt. Der unter der alten Dynastie Han (134 vor Chr.) erschienene Stern könnte, wie Sir John Herschel bemerkt, der neue Stern des Hipparch sein, welcher nach der Aussage des Plinius ihn zu seinem Sternverzeichniß veranlaßt haben soll. Delambre nennt die Angabe zweimal eine Fabel, „une historiette" (Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 186). Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Aussage (Almag. VII, 2 p. 13 Halma) Hipparchs Verzeichniß an das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung geknüpft ist und Hipparch (wie ich schon an einem anderen Orte gesagt) in Rhodos und vielleicht auch in Alexandrien zwischen dem J. 162 und 127 vor Chr. beobachtete, so steht der Conjectur nichts entgegen; es ist sehr denkbar, daß der große Astronom von Nicäa viel früher beobachtete, ehe er auf den Vorsatz geleitet wurde, einen wirklichen Catalog anzufertigen. Des Plinius Ausdruck „suo aevo genita" bezieht sich auf die ganze Lebenszeit. Als der Tychonische Stern 1572 erschien, wurde viel über die Frage gestritten, ob Hipparchs Stern zu den neuen Sternen oder zu den Cometen ohne Schweif gerechnet werden sollte. Tycho war der ersten Meinung (Progymn. p. 319—325). Die Worte „ejusque *motu* ad dubitationem adductus" könnten allerdings auf einen schwach- oder ungeschweiften Cometen leiten, aber die rhetorische Sprache des Plinius erlaubt jegliche Unbestimmtheit des Ausdrucks.

b) Eine chinesische Angabe: im December 123 nach dem Anfang unserer Zeitrechnung, zwischen α Herc. und α Ophiuchi; Ed. Biot aus Ma-tuan-lin. (Auch unter Hadrian um das Jahr 130 soll ein neuer Stern erschienen sein.)

c) Ein sonderbarer, sehr großer Stern, wieder aus dem Ma-tuan-lin, wie die nächstfolgenden drei. Es erschien derselbe am 10. Dec. 173 zwischen α und β des Centaur, und verschwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt. Eduard Biot sagt in seiner Uebersetzung successivement. Ein solcher Ausdruck würde fast auf eine Reihe von Färbungen wie im oben beschriebenen Tychonischen neuen Sterne leiten; aber Sir John Herschel hält ihn richtiger für die Bezeichnung eines farbigen Funkelns (Outlines p. 563): wie Arago einen fast ähnlichen Ausdruck Kepler's, für den neuen Stern (1604) im Schlangenträger gebraucht, auf gleiche Weise deutet (Annuaire pour 1842 p. 347).

d) Dauer des Leuchtens vom März bis August im Jahr 369.

e) Zwischen λ und φ des Schützen. Im chinesischen Verzeichniß ist diesesmal noch ausdrücklich bemerkt, „wo der Stern verblieb (d. h. ohne Bewegung) von April bis Julius 386."

f) Ein neuer Stern nahe bei α des Adlers, auflodernd mit der Helligkeit der Venus zur Zeit des Kaisers Honorius, im Jahr 389: wie Cuspinianus, der ihn selbst gesehen, erzählt. Er verschwand spurlos drei Wochen später*).

g) März 393, wieder im Scorpion und zwar im Schwanze dieses Gestirns; aus Ma-tuan-lin's Verzeichniß.

h) Das Jahr 827 ist zweifelhaft; sicherer ist die Epoche der ersten Hälfte des 9ten Jahr-

*) Andere Angaben setzen die Erscheinung in die Jahre 388 oder 398; Jacques Cassini, Elémens d'Astronomie 1740 (Etoiles nouvelles) p. 59.

hunderts, in welcher unter der Regierung des Chalifen Al-Mamun die beiden berühmten arabischen Astronomen Haly und Giafar Ben-Mohammed Albumazar zu Babylon einen neuen Stern beobachteten, „dessen Licht dem des Mondes in seinen Vierteln geglichen" haben soll! Diese Naturbegebenheit fand wieder statt im Scorpion. Der Stern verschwand schon nach einem Zeitraum von vier Monaten.

i) Die Erscheinung dieses Sternes, welcher unter dem Kaiser Otto dem Großen im Jahr 945 aufgestrahlt sein soll, wie die des Sternes von 1264, beruhen auf dem alleinigen Zeugniß des böhmischen Astronomen Cyprianus Leovitius, der seine Nachrichten aus einer handschriftlichen Chronik geschöpft zu haben versichert und der darauf aufmerksam macht, daß beide Erscheinungen (in den J. 945 und 1264) zwischen den Constellationen des Cepheus und der Cassiopea, der Milchstraße ganz nahe, eben da stattgefunden haben, wo 1572 der Tychonische Stern erschien. Tycho (Progymn. p. 331 und 709) vertheidigt die Glaubwürdigkeit des Cyprianus Leovitius gegen Pontanus und Camerarius, welche eine Verwechselung mit langgeschweiften Cometen vermutheten.

k) Nach dem Zeugniß des Mönchs von St. Gallen Hepidannus (der im J. 1088 starb und dessen Annalen vom Jahre 709 bis 1044 nach Christi gehen) wurde 1012 am südlichsten Himmel im Zeichen des Widders vom Ende des Monats Mai an drei Monate lang ein neuer Stern von ungewöhnlicher Größe und einem Glanze, der die Augen blendete (oculos verberans), gesehen. Er schien auf wunderbare Weise bald größer, bald kleiner; zuweilen sah man ihn auch gar nicht. „Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculos verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus Austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo." S. Hepidanni Annales breves in Duchesne, Historiae Francorum Scriptores T. III. 1641 p. 477; vergl. auch Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 201.) Der, von Duchesne und Goldast benutzten Handschrift, welche die Erscheinung unter das Jahr 1012 stellt, hat jedoch die neuere historische Kritik eine andere Handschrift vorgezogen, welche viele Abweichungen in den Jahrzahlen gegen jene, namentlich um 6 Jahre rückwärts, zeigt. Sie setzt die Erscheinung des Sternes in das J. 1006 (s. Annales Sangallenses majores in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 81). Auch die Autorschaft des Hepidannus ist durch die neuen Forschungen zweifelhaft geworden. Jenes sonderbare Phänomen der Veränderlichkeit nennt Chladni den Brand und die Zerstörung eines Fixsternes. Hind (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 156) vermuthet, daß der Stern des Hepidannus identisch sei mit einem neuen Stern, welchen Ma-tuan-lin als in China im Februar 1011 im Schützen zwischen σ und φ gesehen verzeichnet. Aber dann müßte sich Ma-tuan-lin nicht bloß in dem Jahre, sondern auch in der Angabe der Constellation geirrt haben, in welcher der Stern erschien.

l) Ende Julius 1203 im Schwanz des Scorpions. Nach dem chinesischen Verzeichniß „ein neuer Stern von weiß-bläulicher Farbe ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich." (Eduard Biot in der Connaissance des temps pour 1846 p. 68.)

m) Wieder eine chinesische Beobachtung aus Ma-tuan-lin, dessen astronomische Verzeichnisse, mit genauer Angabe der Position der Cometen und Fixsterne, bis 613 Jahre vor Chr., also bis zu den Zeiten des Thales und der Expedition des Coläus von Samos, hinaufsteigen. Der neue Stern erschien Mitte Decembers 1230 zwischen Ophiuchus und der Schlange. Er löste sich auf Ende März 1231.

n) Es ist der Stern, dessen Erscheinung der böhmische Astronom Cyprianus Leovitius gedenkt (s. oben bei dem 9ten Sterne im Jahr 945). Zu derselben Zeit (Julius 1264) erschien ein großer Comet, dessen Schweif den halben Himmel einnahm und welcher eben deshalb nicht mit einem zwischen Cepheus und Cassiopea neu auflodernden Sterne hat verwechselt werden können.

o) Der Tychonische Stern vom 11. Nov. 1572 im Thronsessel der Cassiopea; RA. 3° 26′, Decl. 63° 3′ (für 1800).

p) Februar 1578, aus Ma-tuan-lin. Die Constellation ist nicht angegeben; aber die Intensität des Lichts und die Strahlung müssen außerordentlich gewesen sein, da das chinesische Verzeichniß den Beisatz darbietet: „ein Stern groß wie die Sonne!"

q) Am 1. Jul. 1584, unweit π des Scorpions; eine chinesische Beobachtung.

r) Der Stern 34 Cygni nach Bayer. Wilhelm Janson, der ausgezeichnete Geograph, welcher eine Zeit lang mit Tycho beobachtet hatte, heftete zuerst seine Aufmerksamkeit auf

den neuen Stern in der Brust des Schwans am Anfange des Halses, wie eine Inschrift seines Sternglobus bezeugt. Kepler, durch Reisen und Mangel von Instrumenten nach Tycho's Tode gehindert, fing erst zwei Jahre später an ihn zu beobachten, ja er erhielt erst damals (was um so mehr Verwunderung erregt, als der Stern 3ter Größe war) Nachricht von seiner Existenz. „Cum mense Majo anni 1602," sagt er, „primum litteris monerer de novo Cygni phaenomeno ...." (Kepler de stella nova tertii honoris in Cygno 1606, angehängt dem Werke de Stella nova in Serpent., p. 152, 154, 164 und 167.) In Kepler's Abhandlung wird nirgends gesagt (wie man in neueren Schriften oft angeführt findet), daß der Stern im Schwan bei seinem ersten Erscheinen 1ster Größe gewesen sei. Kepler nennt ihn sogar parva Cygni stella und bezeichnet ihn überall als 3ter Ordnung. Er bestimmt seine Position in RA. 300° 46', Decl. 36° 52' (also für 1800: RA. 302° 36', Decl. + 37° 27'). Der Stern nahm an Helligkeit besonders seit 1619 ab und verschwand 1621. Dominique Cassini (s. Jacques Cassini, Élémens d'Astr. p. 69) sah ihn wiederum zu 3ter Größe gelangen 1655 und dann verschwinden; Hevel beobachtete ihn wieder im November 1665: anfangs sehr klein, dann größer, doch ohne je die 3te Größe wieder zu erreichen. Zwischen 1677 und 1682 war er schon nur noch 6ter Größe, und als solcher blieb er am Himmel. Sir John Herschel führt ihn auf in der Liste der veränderlichen Sterne, nicht so Argelander.

s) Nächst dem Stern in der Cassiopea von 1572 ist der berühmteste geworden der neue Stern des Schlangenträgers von 1604 (RA. 259° 42' und südl. Decl. 21° 15' für 1800). An jeden derselben knüpft sich ein großer Name. Der Stern im rechten Fuß des Schlangenträgers wurde zuerst nicht von Kepler selbst, sondern von seinem Schüler, dem Böhmen Johann Brunowski, am 10. October 1604: „größer als alle Sterne erster Ordnung, größer als Jupiter und Saturn, doch weniger groß als Venus;" gesehen. Herlicius will ihn schon am 27. September beobachtet haben. Seine Helligkeit stand der des Tychonischen Sternes von 1572 nach, auch wurde er nicht wie dieser bei Tage erkannt; seine Scintillation war aber um vieles stärker und erregte besonders das Erstaunen aller Beobachter. Da das Funkeln immer mit Farbenzerstreuung verbunden ist, so wird viel von seinem farbigen, stets wechselnden Lichte gesprochen. Arago (Annuaire pour 1834 p. 299—301 und Ann. pour 1842 p. 345—347) hat schon darauf aufmerksam gemacht, daß der Kepler'sche Stern keinesweges, wie der Tychonische, nach langen Zwischenräumen eine andere, gelbe, rothe und dann wieder weiße, Färbung annahm. Kepler sagt bestimmt, daß sein Stern, sobald er sich über die Erddünste erhob, weiß war. Wenn er von den Farben der Iris spricht, so ist es, um das farbige Funkeln deutlich zu machen: „exemplo adamantis multanguli, qui Solis radios inter convertendum ad spectantium oculos variabili fulgore revibraret, colores Iridis (stella nova in Ophiucho) successive vibratu *continuo* reciprocabat." (De nova Stella Serpent. p. 5 und 125.) Im Anfang des Januars 1605 war der Stern noch heller als Antares, aber von geringerer Lichtstärke als Arcturus. Ende März desselben Jahres wird er als 3ter Größe beschrieben. Die Nähe der Sonne hinderte alle Beobachtungen 4 Monate lang. Zwischen Februar und März 1606 verschwand er spurlos. Die ungenauen Beobachtungen über die „großen Positions-Veränderungen des neuen Sterns" von Scipio Claramontius und dem Geographen Blaeu (Blaew) verdienen, wie schon Jacques Cassini (Élémens d'Astronomie p. 65) bemerkt, kaum einer Erwähnung, da sie durch Kepler's sicherere Arbeit widerlegt sind. Die chinesischen Verzeichnisse von Ma-tuan-lin führen eine Erscheinung an, die mit dem Auflodern des neuen Sterns im Schlangenträger der Zeit und der Position nach einige Aehnlichkeit zeigt. Am 30. September 1604 sah man in China unfern π des Scorpions einen rothgelben („kugelgroßen?") Stern. Er leuchtete in Südwest bis November desselben Jahres, wo er unsichtbar wurde. Er erschien wieder den 14. Jan. 1605 in Südost, verdunkelte sich aber ein wenig im März 1606. (Connaissance des temps pour 1846 p. 59.) Die Oertlichkeit π des Scorpions kann leicht mit dem Fuß des Schlangenträgers verwechselt werden; aber die Ausdrücke Südwest und Südost, das Wiedererscheinen, und der Umstand, daß kein endliches völliges Verschwinden angekündigt wird, lassen Zweifel über die Identität.

t) Auch ein neuer Stern von ansehnlicher Größe, in Südwest gesehen, aus Ma-tuan-lin. Es fehlen alle nähere Bestimmungen.

[illegible]) Der vom Carthäuser Anthelme am 20. Junius des Jahres 1670 am Kopfe des [illegible] (RA. 294° 27', Decl. 26° 47') ziemlich nahe bei β des Schwans entdeckte neue

Stern. Er war bei seinem ersten Aufstrahlen nicht 1ster, sondern nur 3ter Größe, und sank am 10. August schon bis zur 5ten Größe herab. Er verschwand nach 3 Monaten, zeigte sich aber wieder den 17. März 1671 und zwar in 4ter Größe. Dominique Cassini beobachtete ihn fleißig im April 1671 und fand seine Helligkeit sehr veränderlich. Der neue Stern sollte ohngefähr nach 10 Monaten zu demselben Glanze zurückkehren, aber man suchte ihn vergebens im Februar 1672. Er erschien erst den 29. März desselben Jahres, doch nur in 6ter Größe, und wurde seitdem nie wieder gesehen. (Jacques Cassini, Élémens d'Astr. p. 69—71.) Diese Erscheinungen trieben Dominique Cassini zum Aufsuchen vorher (von ihm!) nicht gesehener Sterne an. Er behauptet deren 14 aufgefunden zu haben, und zwar 4ter, 5ter und 6ter Größe (8 in der Cassiopea, 2 im Eridanus und 4 nahe dem Nordpole). Bei dem Mangel der Angaben einzelner Oertlichkeiten können sie, da sie ohnedies, wie die zwischen 1694 und 1709 von Maraldi aufgefundenen, mehr als zweifelhaft sind, hier nicht aufgeführt werden. (Jacques Cassini, Élém. d'Astron. p. 73—77; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 780.)

v) Seit dem Erscheinen des neuen Sternes im Fuchse vergingen 178 Jahre, ohne daß ein ähnliches Phänomen sich dargeboten hätte, obgleich in diesem langen Zeitraume der Himmel am sorgfältigsten durchmustert wurde, bei fleißigerem Gebrauch von Fernröhren und bei Vergleichung mit genaueren Sterncatalogen. Erst am 28. April 1848 machte Hind auf der Privat-Sternwarte von Bishop (South Villa, Regent's Park) die wichtige Entdeckung eines neuen, röthlich gelben Sternes 5ter Größe in dem Schlangenträger: RA. $16^h\ 50'\ 59''$, südl. Decl. $12°\ 39'\ 16''$ für 1848. Bei keinem anderen neu erschienenen Stern ist die Neuheit der Erscheinung und die Unveränderlichkeit seiner Position mit mehr Genauigkeit erwiesen worden. Er ist jetzt (1850) kaum 11^m, und nach Lichtenberger's fleißiger Beobachtung wahrscheinlich dem Verschwinden nahe. (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. p. 146 und 155—158.)

Die vorliegende Zusammenstellung der seit 2000 Jahren neu erschienenen und wieder verschwundenen Sterne ist vielleicht etwas vollständiger als die, welche bisher gegeben worden sind. Sie berechtigt zu einigen allgemeinen Betrachtungen. Man unterscheidet dreierlei: neue Sterne, die plötzlich aufstrahlen und in mehr oder weniger langer Zeit verschwinden; Sterne, deren Helle einer periodischen, schon jetzt bestimmbaren Veränderlichkeit unterliegt; und Sterne, die, wie η Argûs, auf einmal einen ungewöhnlich wachsenden und unbestimmt wechselnden Lichtglanz zeigen. Alle drei Erscheinungen sind wahrscheinlich ihrer inneren Natur nach nahe mit einander verwandt. Der neue Stern im Schwan (1600), welcher nach dem völligen Verschwinden (freilich für das unbewaffnete Auge!) wieder erschien und ein Stern 6ter Größe verblieb, leitet uns auf die Verwandtschaft der beiden ersten Arten von Himmelserscheinungen. Den berühmten Tychonischen Stern in der Cassiopea (1572) glaubte man schon in der Zeit, als er noch leuchtete, für identisch mit den neuen Sternen von 945 und 1264 halten zu dürfen. Die dreihundertjährige Periode, welche Goodricke vermuthete (die partiellen Abstände der, numerisch vielleicht nicht sehr sicheren Erscheinungen sind 319 und 308 Jahre!), wurde von Keill und Pigott auf 150 Jahre reducirt. Arago *) hat gezeigt, wie unwahrscheinlich es sei, daß Tycho's Stern (1572) unter die Zahl der periodisch veränderlichen gehöre. Nichts scheint bisher zu berechtigen alle neu erschienenen Sterne für veränderlich, und zwar in langen, uns wegen ihrer Länge unbekannt gebliebenen Perioden, zu halten. Ist z. B. das Selbstleuchten aller Sonnen des Firmaments Folge eines electro-magnetischen Processes in ihren Photosphären; so kann man sich (ohne locale und temporäre Verdichtungen der Himmelsluft oder ein Dazwischentreten sogenannter kosmischer Gewölke anzunehmen) diesen Lichtproceß als mannigfaltig verschieden: einmalig oder periodisch, regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrend, denken. Die electrischen Lichtprocesse unseres Erdkörpers, als Gewitter im Luftkreise oder als Polar-Ausströmungen sich darstellend, zeigen neben vieler unregelmäßig scheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewisse

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 332.

von Jahreszeiten und Tagesstunden abhängige Periodicität. Dieselbe ist sogar oft mehrere Tage hinter einander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleines Gewölks an bestimmten Stellen des Himmels bemerkbar, wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweisen.

Eine besondere und zu beachtende Eigenthümlichkeit scheint mir der Umstand zu sein, daß fast alle mit einer ungeheuren Lichtstärke, als Sterne erster Größe und selbst stärker funkelnd wie diese, auflodern und daß man sie, wenigstens für das bloße Auge, nicht allmälig an Helligkeit zunehmen sieht. Kepler*) war auf dieses Criterium so aufmerksam, daß er das eitle Vorgeben des Antonius Laurentinus Politianus, den Stern im Schlangenträger (1604) früher als Brunowski gesehen zu haben, auch dadurch widerlegte, daß Laurentinus sagt: „apparuit nova Stella parva, et postea de die in diem crescendo apparuit lumine non multo inferior Venere, superior Jove." Fast ausnahmsweise erkennt man nur 3 Sterne, die nicht in erster Größe aufstrahlten: nämlich die Sterne 3ter Ordnung im Schwan (1600) und im Fuchse (1670), und Hind's neuen Stern 5ter Ordnung im Schlangenträger (1848).

Es ist sehr zu bedauern, daß seit Erfindung des Fernrohrs, wie schon oben bemerkt, in dem langen Zeitraume von 178 Jahren, nur 2 neue Sterne gesehen wurden: während daß bisweilen die Erscheinungen sich so zusammendrängten, daß am Ende des 4ten Jahrhunderts in 24 Jahren 4; im 13ten Jahrhundert in 61 Jahren 3; am Ende des 16ten und im Anfang des 17ten Jahrhunderts, in der Tycho-Kepler'schen Periode, in 37 Jahren 6 beobachtet wurden. Ich nehme in diesen Zahlenverhältnissen immer Rücksicht auf die chinesischen Beobachtungen außerordentlicher Sterne, deren größerer Theil nach dem Ausspruch der ausgezeichnetsten Astronomen Vertrauen verdient. Warum unter den in Europa gesehenen Sternen vielleicht der Kepler'sche im Schlangenträger (1604), nicht aber der Tychonische in der Cassiopea (1572) in Ma-tuan-lin's Verzeichnissen aufgeführt ist, weiß ich eben so wenig einzeln zu erklären, als warum im 16ten Jahrhundert z. B. über die große in China gesehene Lichterscheinung vom Februar 1578 von europäischen Beobachtern nichts berichtet wird. Der Unterschied der Länge (114°) könnte nur in wenigen Fällen die Unsichtbarkeit erklären. Wer je mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt gewesen ist, weiß, daß das Nicht-Anführen von politischen oder Natur-Begebenheiten, auf der Erde und am Himmel, nicht immer ein Beweis der Nicht-Existenz solcher Begebenheiten ist; und wenn man die drei verschiedenen chinesischen im Ma-tuan-lin enthaltenen Sternverzeichnisse mit einander vergleicht, so findet man auch Cometen (z. B. die von 1385 und 1495) in dem einen Verzeichniß aufgeführt, welche in dem anderen fehlen.

Schon ältere Astronomen, Tycho und Kepler, haben, wie neuere, Sir John Herschel und Hind, darauf aufmerksam gemacht, daß bei weitem die Mehrzahl aller in Europa und China beschriebenen neuen Sterne (ich finde 4/5) sich in der Nähe der Milchstraße oder in dieser selbst gezeigt haben. Ist, was den ringförmigen Sternschichten der Milchstraße ein so mildes Nebellicht giebt, wie mehr als wahrscheinlich ist, ein bloßes Aggregat telescopischer Sternchen; so fällt Tycho's oben erwähnte Hypothese von der Bildung neu auflodernder Fixsterne aus sich ballendem verdichteten dunstförmigen Himmelsstoff über den Haufen. Was in gedrängten Sternschichten und Sternschwärmen, falls sie um gewisse centrale Kerne rotiren, die Anziehungskräfte vermögen, ist hier nicht zu bestimmen und gehört in den mythischen Theil der Astrognosie. Unter 21 in der vorstehenden Liste aufgeführten neu erschienenen Sternen sind 5 (134, 393, 827, 1203, 1584) im Scorpion, 3 in der Cassiopea und dem Cepheus (945, 1264, 1572), 4 im Schlangenträger (123, 1230, 1604, 1848) aufgestrahlt; aber auch sehr fern von der Milchstraße ist einmal (1012) im Widder ein neuer Stern gesehen worden (der Stern des Mönchs von St. Gallen). Kepler selbst, der

---

*) [illegible] Stella nova in pede Serp. p. 3.

den von Fabricius 1596 am Halse des Wallfisches als auflodernd beschriebenen und im October desselben Jahres für ihn verschwundenen Stern für einen neuen hielt, giebt diese Position ebenfalls für einen Gegengrund an (Kepler de Stella nova Serp. p. 112). Darf man aus der Frequenz des Aufloderns in denselben Constellationen folgern, daß in gewissen Richtungen des Weltraums, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Scorpions und der Cassiopea sehen, die Bedingungen des Aufstrahlens durch örtliche Verhältnisse besonders begünstigt werden? Liegen nach diesen Richtungen hin vorzugsweise solche Gestirne, welche zu explosiven, kurzzeitigen Lichtprocessen geeignet sind?

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist die kürzeste gewesen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der genannten Jahre war sie 3 Wochen; in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat des Tycho Stern in der Cassiopea 17 Monate lang geleuchtet, Kepler's Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre bis zu seinem Verschwinden. Er erschien wieder 1655: und zwar, wie beim ersten Auflodern, in 3ter Größe; um bis zu 6ter zu schwinden, ohne nach Argelanders Beobachtungen in die Classe periodisch veränderlicher Sterne zu treten.

Verschwundene Sterne. — Die Beachtung und Aufzählung der sogenannten verschwundenen Sterne ist von Wichtigkeit für das Aufsuchen der großen Zahl kleiner Planeten, die wahrscheinlicherweise zu unserem Sonnensystem gehören; aber trotz der Genauigkeit der neuen Positions-Verzeichnisse telescopischer Fixsterne und der neuen Sternkarten ist die Ueberzeugung der Gewißheit, daß ein Stern an dem Himmel wirklich seit einer bestimmten Epoche verschwunden ist, doch nur bei großer Sorgfalt zu erlangen. Beobachtungs-, Reductions- und Druckfehler*) entstellen oft die besten Cataloge. Das Verschwinden der Weltkörper an den Orten, wo man sie ehemals bestimmt gesehen, kann so gut die Folge eigener Bewegung als eine solche Schwächung des Lichtprocesses auf der Oberfläche oder in der Photosphäre sein, daß die Lichtwellen unser Sehorgan nicht mehr hinlänglich anregen. Was wir nicht mehr sehen, ist darum nicht untergegangen. Die Idee der Zerstörung, des Ausbrennens von unsichtbar werdenden Sternen gehört der Tychonischen Zeit an. Auch Plinius fragt in der schönen Stelle über Hipparch: „stellae an obirent nascerenturve." Der ewige scheinbare Weltwechsel des Werdens und Vergehens ist nicht Vernichtung, sondern Uebergang der Stoffe in neue Formen; in Mischungen, die neue Processe bedingen. Dunkele Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich wieder aufstrahlen.

Periodisch veränderliche Sterne. — Da an der Himmelsdecke sich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich ist, so wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet: daß, wie die Fixsterne insgesammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa bloß scheinbare Bewegung haben, eben so allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmosphäre derselben Veränderungen erleiden, welche bei der größeren Zahl dieser Weltkörper in überaus langen und daher ungemessenen, vielleicht unbestimmbaren, Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodisch zu sein, wie durch

*) S. über Beispiele von nicht verschwundenen Sternen Argelander in Schumacher's Astronom. Nachr. No. 624 S. 371. Um auch eines Beispiels aus dem Alterthum zu gedenken, ist hier zu erinnern, wie die Nachlässigkeit, mit der Aratus sein poetisches Sternverzeichniß angefertigt hat, zu der oft erneuerten Frage führte: ob Wega der Leyer ein neuer oder in langen Perioden veränderlicher Stern sei. Aratus sagt nämlich, die Constellation der Leier habe nur kleine Sterne. Auffallend ist es allerdings, daß Hipparch in dem Commentar diesen Irrthum nicht bezeichnet, da er doch den Aratus wegen seiner Angaben von der relativen Lichtstärke der Sterne der Cassiopea und des Schlangenträgers tadelt. Alles dieses ist aber nur zufällig und nichts beweisend; denn da Aratus auch dem Schwane nur Sterne „von mittlerem Glanze" zuschreibt, so widerlegt Hipparch (I, 14) ausdrücklich diesen Irrthum, und setzt hinzu, daß der helle Stern am Schwanze (Deneb) an Lichtstärke der Leier (Wega) wenig nachstehe. Ptolemäus setzt Wega unter die Sterne erster Ordnung, und in den Catasterismen des Eratosthenes (cap. 25) wird Wega λευκὸν καὶ λαμπρὸν genannt. Würde man bei den vielen Ungenauigkeiten eines die Sterne nicht selbst beobachtenden Dichters der Behauptung Glauben beimessen wollen, daß Wega der Leier (Fidicula des Plinius XVIII, 25) erst zwischen den Jahren 272 und 127 vor unserer Zeitrechnung, zwischen Aratus und Hipparch, ein Stern erster Größe geworden sei?

eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letztere Classe von Erscheinungen, von der in unseren Tagen ein großer Stern im Schiffe ein merkwürdiges Beispiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in schon erforschten und gemessenen Perioden die Rede ist, nicht behandelt. Es ist wichtig drei große siderale Naturphänomene, deren Züsammenhang noch nicht erkannt worden ist, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auflodern von sogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längst bekannten, vormals in gleichförmiger Intensität leuchtenden Fixsternen. Wir verweilen zuerst ausschließlich bei der ersten Form der Veränderlichkeit: wovon das am frühesten genau beobachtete Beispiel (1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halse des Wallfisches, dargeboten ward. Der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings schon 1596 den Stern am 13. August als einen 3ter Größe beobachtet und im October desselben Jahres verschwinden sehen. Den alternirend wiederkehrenden Lichtwechsel, die periodische Veränderlichkeit entdeckte erst 42 Jahre später ein Professor von Francker, Johann Phocylides Holwarda. Dieser Entdeckung folgte in demselben Jahrhundert noch die zweier andrer veränderlicher Sterne: β Persei (1669), von Montanari, und χ Cygni (1687), von Kirch beschrieben.

Unregelmäßigkeiten, welche man in den Perioden bemerkte, und die vermehrte Zahl der Sterne derselben Classe haben seit dem Anfang des 19ten Jahrhunderts das Interesse für diese so complicirte Gruppe von Erscheinungen auf das lebhafteste angeregt. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und bei meinem Streben, in diesem Werke die numerischen Elemente der Veränderlichkeit, als die wichtigste Frucht aller Beobachtung, so darlegen zu können, wie sie in dem dermaligen Zustande der Wissenschaft erforscht sind: habe ich die freundliche Hülfe des Astronomen in Anspruch genommen, welcher sich unter unsern Zeitgenossen mit der angestrengtesten Thätigkeit und dem glänzendsten Erfolge dem Studium der periodisch veränderlichen Sterne gewidmet hat. Die Zweifel und Fragen, zu denen mich meine eigene Arbeit veranlaßte, habe ich meinem gütigen Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn, vertrauensvoll vorgelegt; und seinen handschriftlichen Mittheilungen allein verdanke ich, was hier folgt und großentheils auf anderen Wegen noch nicht veröffentlicht worden ist.

Die Mehrzahl der veränderlichen Sterne ist allerdings roth oder röthlich, keinesweges aber sind es alle. So z. B. haben ein weißes Licht, außer β Persei (Algol am Medusenhaupte), auch β Lyrae und ϵ Aurigae. Etwas gelblich ist η Aquilae und in noch geringerem Grade ζ Geminorum. Die ältere Behauptung, daß einige veränderliche Sterne, besonders Mira Ceti, beim Abnehmen röther seien als beim Zunehmen der Helligkeit, scheint ungegründet. Ob in dem Doppelstern α Herculis, in welchem der große Stern von Sir William Herschel roth, von Struve gelb, der Begleiter dunkelblau genannt wird, dieser kleine Begleiter, zu 5^m bis 7^m geschätzt, selbst auch veränderlich ist; scheint sehr problematisch. Struve*) selbst sagt auch nur: suspicor minorem esse variabilem. Veränderlichkeit ist keinesweges an die rothe Farbe gebunden. Es giebt viele rothe Sterne, zum Theil sehr rothe, wie Arcturus und Aldebaran, an denen noch keine Veränderlichkeit bisher wahrgenommen worden ist. Dieselbe ist auch mehr als zweifelhaft in einem Stern des Cepheus (No. 7582 des Catalogs der brittischen Association), welchen wegen seiner außerordentlichen Röthe William Herschel 1782 den Granatstern genannt hat.

---

*) Vergl. Mädler, Astr. S. 438 Note 12 mit Struve, Stellarum compos. Mensurae microm. p. 97 und 98 Stern 2140. „Ich glaube," sagt Argelander, „daß es sehr schwierig ist, in einem lichtstarken Fernrohr die Helligkeit so überaus verschiedener Sterne, als es die beiden Componenten von α Herculis sind, richtig zu schätzen. Meine Erfahrung ist entscheidend gegen die Veränderlichkeit des Begleiters: da ich α Herculis, bei vielfachen Tagesbeobachtungen in den Fernröhren der Meridiankreise zu Abo, Helsingfors und Bonn, nie einfach gesehen habe; was doch wohl der Fall gewesen sein würde, wenn der Begleiter im Minimum 7ter Größe wäre. Ich halte diesen constant für 5 oder 5 . 6 ."

Die Zahl der periodisch veränderlichen Sterne ist schon deshalb schwierig anzugeben, weil die bereits ermittelten Perioden von sehr ungleicher Unsicherheit sind. Die zwei veränderlichen Sterne des Pegasus, so wie α Hydrae, ε Aurigae, α Cassiopeae haben nicht die Sicherheit von Mira Ceti, Algol und δ Cephei. Bei der Aufzählung in einer Tabelle kommt es also darauf an, mit welchem Grade der Gewißheit man sich begnügen wolle. Argelander zählt, wie in seiner am Ende dieser Untersuchung abgedruckten Uebersichtstafel zu ersehen ist, der befriedigend bestimmten Perioden nur 24 auf *).

Wie das Phönomen der Veränderlichkeit sich bei rothen und einigen weißen Sternen findet, so bieten es auch Sterne von den verschiedensten Größenordnungen dar: z. B. ein Stern 1^m, α Orionis; 2^m: Mira Ceti, α Hydrae, α Cassiopeae, β Pegasi; $2 . 3^m$ β Persei; $3 . 4^m$ η Aquilae und β Lyrae. Es giebt aber zugleich auch, und in weit größerer Menge, veränderliche Sterne 6^m bis 9^m: wie die variabiles Coronae, Virginis, Cancri und Aquarii. Der Stern χ im Schwan hat ebenfalls im Maximum sehr große Schwankungen.

Daß die Perioden der veränderlichen Sterne sehr unregelmäßig sind, war längst bekannt; aber daß diese Veränderlichkeit in ihrer scheinbaren Unregelmäßigkeit bestimmten Gesetzen unterworfen ist, hat Argelander zuerst ergründet. Er hofft es in einer eigenen, größeren Abhandlung umständlicher erweisen zu können. Bei χ Cygni hält er jetzt zwei Perturbationen in der Periode, die eine von 100, die andere von 8½ Einzel-Perioden, für wahrscheinlicher als eine von 108. Ob solche Störungen in Veränderungen des Lichtprocesses, der in der Atmosphäre des Sterns vorgeht, gegründet sind, oder in der Umlaufszeit eines um die Fixsternsonne χ Cygni kreisenden, auf die Gestalt jener Photosphäre durch Anziehung wirkenden Planeten: bleibt freilich noch ungewiß. Die größten Unregelmäßigkeiten in der Veränderung der Intensität bietet sicherlich variabilis Scuti (des Sobieski'schen Schildes) dar: da dieser Stern bisweilen von $5 . 4^m$ bis zu 9^m herabsinkt, ja nach Pigott am Ende des vorigen Jahrhunderts einmal ganz verschwunden sein soll. Zu anderen Zeiten sind seine Schwankungen in der Helligkeit nur zwischen $6 . 5^m$ und 6^m gewesen. Im Maximum hat χ Cygni zwischen $6 . 7^m$ und 4^m, Mira zwischen 4^m und $2 . 1^m$ geschwankt. Dagegen zeigt δ Cephei eine außerordentliche, ja von allen Veränderlichen die größte Regelmäßigkeit in der Länge der Perioden, wie 87 zwischen dem 10. October 1840 und 8. Januar 1848 und noch später beobachtete Minima erwiesen haben. Bei ε Aurigae geht die von einem unermüdlichen Beobachter, Herrn Heis in Aachen, aufgefundene Veränderung der Lichthelle †) nur von $3 . 4^m$ bis $4 . 5^m$.

Große Unterschiede der Helligkeit im Maximum zeigt Mira Ceti. Im Jahr 1779 z. B. war (6. Nov.) Mira nur wenig schwächer als Aldebaran gewesen, gar nicht selten heller als Sterne 2^m: während dieser veränderliche Stern zu anderen Zeiten nicht die Intensität (4^m) von δ Ceti erreichte. Seine mittlere Helligkeit ist gleich der von γ Ceti (3^m). Wenn man die Helligkeit der schwächsten dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran mit 50 bezeichnet, so hat Mira in ihrem Maximum zwischen 20 und 47 geschwankt. Ihre wahrscheinliche Helligkeit ist durch 30 auszudrücken; sie bleibt öfter unter dieser Grenze, als sie dieselbe übersteigt. Die Uebersteigungen sind aber, wenn sie eintreten, dem Grade nach bedeutender. Eine entschiedene Periode dieser Oscillationen ist noch nicht entdeckt, aber es giebt Andeutungen von einer 40jährigen und einer 160jährigen Periode.

Die Dauer der Perioden der Lichtveränderung variirt nach Verschiedenheit der Sterne wie 1 : 250. Die kürzeste Periode bietet unstreitig β Persei dar, von 68 Stunden 49 Minuten; wenn sich nicht die des Polaris von weniger als 2 Tagen bestätigen sollte. Auf β

*) Mädler's Tafel (Astron. S. 435) enthält mit sehr verschiedenen numerischen Elementen 18 Sterne; Sir John Herschel zählt mit den in den Noten berührten über 45 auf (Outlines § 819–826).

†) Argelander in Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XXVI. (1848) No. 624 S. 369

Persei folgen zunächst δ Cephei (5 T. 8 St. 49 Min.), η Aquilae (7 T. 4 St. 14 Min.) und ζ Geminorum (10 T. 3 St. 35 Min.). Die längste Dauer der Lichtveränderung haben: 30 Hydrae Hevelii von 495 Tagen, χ Cygni von 406 T., variabilis Aquarii von 388 T., Serpentis S von 367 Tagen und Mira Ceti von 332 T. Bei mehreren Veränderlichen ist es ganz entschieden, daß sie geschwinder zu- als abnehmen; am auffallendsten zeigt sich diese Erscheinung bei δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und Abnehmen (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man sogar in diesem Verhältniß eine Verschiedenheit bei denselben Sternen, aber in verschiedenen Epochen ihrer Lichtprocesse. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) rascher zu als ab; doch ist bei Mira auch schon das Entgegengesetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft; so zeigen sich solche mit Bestimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrscheinlichkeit bei χ Cygni. Die Abnahme der Periode von Algol ist jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieselbe nicht gefunden, wohl aber Argelander, als er im Jahr 1842 über 100 sichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußersten über 58 Jahre (7600 Perioden umfassend) von einander entfernt waren (Schumacher's Astron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer*). Für die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel†) aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrscheinliche Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 T. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neuesten Beobachtungen noch mehr außer Zweifel‡) gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmälig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abneh-

---

*) „Wenn ich," sagt Argelander, „das kleinste Licht des Algol 1800 Januar 1. um 18 St. 1 Min. mittlerer Pariser Zeit für die 0 Epoche annehme, so erhalte ich die Dauer der Perioden für:

—1987	.. 2 T. 20 St. 48 M. ...	59,, 416 ...	$\pm$ 0", 316
—1406		58, 737	$\pm$ 0, 094
— 825		58, 393	$\pm$ 0, 175
+ 751		58, 454	$\pm$ 0, 039
+2328		58, 193	$\pm$ 0, 096
+3885		57, 971	$\pm$ 0, 045
+5441		55, 182	$\pm$ 0, 348

In dieser Tabelle haben die Zahlen folgende Bedeutung: nennt man die Epoche des Minimums 1, Januar 1800 null, die nächst vorhergehende — 1, die nächst folgende + 1 u. s. w.; so war die Dauer zwischen dem — 1987 und — 1986 genau 2 T. 20 St. 48 Min. 59,416 Sec., die Dauer zwischen + 5441 und + 5442 aber 2 T. 20 St. 48 Min. 55,182 Sec.; jenes entspricht dem Jahre 1784, dieses dem Jahre 1842.

Die hinter dem $\pm$ Zeichen stehenden Zahlen sind die wahrscheinlichen Fehler. Daß die Abnahme immer rascher wird, zeigen sowohl die letzte Zahl als alle meine Beobachtungen seit 1847."

†) Argelander's Formel zur Darstellung aller Beobachtungen der Maxima von Mira Ceti ist nach seiner Mittheilung diese:

„1751 Sept. 9,76 + 331,3363 T. + 10,5 T. Sin.$\left(\frac{360°}{11}E+86°\,23'\right)$ + 18,2 T. Sin.$\left(\frac{450}{11}+231°\,42'\right)$ + 33,9 T. Sin. $\left(\frac{450}{22}E+170°\,19'\right)$ + 65,3 T. Sin. $\left(\frac{15°}{11}E+6°\,37'\right)$:

wo E die Anzahl der seit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxima bedeutet und die Coefficienten in Tagen gegeben sind. Für das jetzt laufende Jahr folgt daraus das Maximum:

1751 Sept. 9,76 + 36115,65 T. + 8,44 T. — 12,24 T. + 18,59 T. + 27,34 T. = 1850 Sept. 8, 54.

Was am meisten für diese Formel zu sprechen scheint, ist der Umstand, daß mit ihr auch die Beobachtung des Maximums von 1596 (Kosmos Buch II. S. 368) dargestellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Doch scheint das Gesetz der Lichtveränderung dieses Sternes so complicirt zu sein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das sehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (fast 25) abgewichen ist."

‡) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsb. Universſ. unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

men begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt sich bei δ Cephei; es ist in so fern eine Hinneigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortschreitet, sondern, nachdem sie anfangs ziemlich rasch gewesen ist, nach einiger Zeit ein Stillstand oder wenigstens eine sehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder rascher wird. Es ist als wenn bei einigen Sternen das Licht gehindert werde, sich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In χ Cygni walten sehr wahrscheinlich zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von 8½ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im Ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von sehr kurzen als von sehr langen Perioden herrsche, ist schwer zu beantworten. Die Abweichungen von einer gleichförmigen Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen dieser Periode selbst. Um bei langen Perioden zu beginnen, müssen χ Cygni, Mira Ceti und 30 Hydrae zuerst betrachtet werden. Bei χ Cygni gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welche in der Voraussetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrscheinlichsten ist, bis auf 39,4 T. Wenn auch von diesen ein Theil den Beobachtungsfehlern zugeschrieben wird, so bleiben gewiß noch 29 bis 30 Tage, d. i. $1/_{14}$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti *), in einer Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.; sie gehen so weit, selbst wenn man die Beobachtung von David Fabricius unberücksichtigt läßt. Beschränkt man die Schätzung wegen der Beobachtungsfehler auf 40 Tage; so erhält man $1/_{8}$, also im Vergleich mit χ Cygni eine fast doppelt große Abweichung. Bei 30 Hydrae, welche eine Periode von 495 Tagen hat, ist dieselbe gewiß noch größer, vielleicht $1/_{5}$. Die veränderlichen Sterne mit sehr kurzen Perioden sind erst seit wenigen Jahren (seit 1840 und noch später) anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: so daß, auf sie angewandt, das hier behandelte Problem noch schwerer zu lösen ist. Es scheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen weniger große Abweichungen sich darzubieten. Bei η Aquilae (Periode 7 T. 4 St.) sind sie nur auf $1/_{16}$ oder $1/_{17}$ der ganzen Periode, bei β Lyrae (Periode 12 T. 21 St.) auf $1/_{27}$ oder $1/_{30}$ gestiegen; aber diese Untersuchung ist bisher noch vielen Ungewißheiten unterworfen bei Vergleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae sind 1700 bis 1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von χ Cygni gar nur 145.

Die angeregte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen Perioden sich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu sein, scheint verneint werden zu müssen. So wie es unter den fortwährend veränderlichen Sternen solche giebt, welche zuweilen eine sehr starke, zuweilen eine sehr schwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. variabilis Scuti); so scheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichkeit zu gewissen Zeiten so gering ist, daß wir sie mit unseren beschränkten Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört variabilis Coronae bor. (No. 5236 im Catalog der British Association), von Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet. Im Winter 1795/6 ward der Stern völlig unsichtbar; später erschien er wieder, und seine Lichtveränderungen wurden von Koch beobachtet. Harding und Westphal fanden seine Helligkeit 1817 fast ganz constant, bis 1824 wieder Olbers seinen Lichtwechsel beobachten konnte. Die Constanz trat nun wieder ein und wurde vom August 1843 bis September 1845 von Argelander ergründet. Ende September fing eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Cometensucher nicht mehr sichtbar, erschien wieder im Februar 1846, und erreichte Anfangs Juni seine gewöhnliche 6te Größe. Er hat sie seitdem behalten, wenn man kleine und nicht sehr sichere Schwankungen abrechnet. Zu dieser räthselhaften Classe von Sternen gehört auch variabilis Aquarii, und vielleicht Janson's und Kepler's Stern im Schwan von 1600, dessen wir bereits unter den neu erschienenen Sternen gedacht haben.

*) Zu den frühesten ernsten Bestrebungen, die mittlere Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Cassini, Elémens d'Astronomie 1740 p. 66–69.

ganz regelmäßigen Verlauf des Lichtwechsels gezeigt. Im Minimum hält seine Helligke die Mitte zwischen ν und υ desselben Sternbildes, im Maximum erreicht sie die von λ nic völlig; der Stern braucht 4 T. 21 St. zum Hellerwerden und 5 T. 6 St. zum Abnehmen

22) β Pegasi, AR. 344° 7,' Decl. + 27° 16'. Die Periode ist schon ziemlich gut be stimmt, über den Gang des Lichtwechsels läßt sich aber noch nichts sagen.

23) Pegasi R, AR. 344° 47', Decl. + 9° 43'.

24) Cancri S, AR. 128 50, Decl. + 19 34.

Ueber beide Sterne ist noch nichts zu sagen.

Bonn, im August 1850. **Fr. Argelander.**

Veränderung des Sternlichtes in unerforschter Periodicität.—Bei de wissenschaftlichen Ergründung wichtiger Naturerscheinungen im Kosmos, sei es in der te lurischen oder in der siderischen Sphäre, gebietet die Vorsicht, nicht allzu früh mit einande zu verketten, was noch in seinen nächsten Ursachen in Dunkel gehüllt ist. Deshalb unter scheiden wir gern: neu erschienene und wieder gänzlich verschwundene Sterne (in der Ca siopea 1572); neu erschienene und nicht wieder verschwundene (im Schwan 1600); ver änderliche mit erforschten Perioden (Mira Ceti, Algol); Sterne, deren Licht-Intensitä sich verändert, ohne daß in diesem Wechsel bisher eine Periodicität entdeckt worden ist (Argûs). Es ist keineswegs unwahrscheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß diese vie Arten der Erscheinungen *) ganz ähnliche Ursachen in der Photosphäre jener fernen Son nen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben. Wie wir die Schilderung der neue Sterne mit der ausgezeichnetsten dieser Classe von Himmelsbegebenheiten, mit der plötz lichen Erscheinung des Sterns von Tycho, begonnen haben; so beginnen wir, von densel ben Gründen geleitet, die Darstellung der Veränderung des Sternlichts bei unerforschte Periodicität mit den noch heut zu Tage fortgehenden unperiodischen Helligkeits-Schwan kungen von η Argûs. Dieser Stern liegt in der großen und prachtvollen Constellation de Schiffes, der „Freude des südlichen Himmels." Schon Halley, als er 1677 von seiner Rei nach der Insel St. Helena zurückkehrte, äußerte viele Zweifel über den Lichtwechsel de Sterne des Schiffes Argo, besonders am Schilde des Vordertheils und am Verdeck (ἀσπι δίσκη und κατάστρωμα), deren relative Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte †); aber bei der Ungewißheit der Stern-Positionen der Alten, bei den vielen Varianten de Handschriften des Almagest und den unsicheren Schätzungen der Lichtstärke konnten dies Zweifel zu keinen Resultaten führen. Halley hatte η Argûs 1677 4ter, Lacaille 1751 be reits 2ter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu seiner früheren schwächeren Inten sität zurück, denn Burchell fand ihn während seines Aufenthalts im südlichen Afrika (181 bis 1815) von der 4ten Größe. Fallows und Brisbane sahen ihn 1822 bis 1826 2^m, Burchell, der sich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo in Brasilien befand, 1^m, ganz dem Crucis gleich. Nach einem Jahr ging der Stern wieder zu 2^m zurück. So fand ihn Bur chell in der brasilianischen Stadt Goyaz am 29. Febr. 1828, so führen ihn Johnson un Taylor von 1829 bis 1833 in ihren Verzeichnissen auf. Auch Sir John Herschel schätzt ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834 bis 1837 zwischen 2^m und 1^m.

Als nämlich am 16. December 1837 dieser berühmte Astronom eben sich zu photome trischen Messungen von einer Unzahl telescopischer Sterne 11^m bis 16^m rüstete, welche de herrlichen Nebelfleck um η Argûs füllen, erstaunte er diesen oft vorher beobachteten Stern z einer solchen Intensität des Lichtes angewachsen zu finden, daß er fast dem Glanze von α Cen tauri gleich kam und alle andere Sterne erster Größe außer Canopus und Sirius an Glan

*) Newton (Philos. Nat. Principia mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 671) unterscheidet nur zwei Arten dieser siderischen Erscheinungen: „Stellae fixae quae per vices apparent et evanescunt, quaeque paulatim crescunt, videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vices ostendere." Diese Erklärung des Lichtwechsels hatte schon früher Riccioli vorgetragen. Ueber die Vorsich mit welcher Periodicität vorausgesetzt werden muß, die wichtigen Betrachtungen von Sir John Hersche in der Capreise § 261.

†) Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. I p. 280 und Hist. de l'Astr. au 18eme siècle p. 119.

übertraf. Am 2. Januar 1838 hatte er dieses Mal das Maximum seiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald schwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er sich in der Abnahme, doch immer als Stern 1^m; dann, besonders im April 1843, nahm wieder das Licht so zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Calcutta und Maclear am Cap η Argûs glänzender als Canopus, ja fast dem Sirius gleich wurde *). Diese hier bezeichnete Licht-Intensität hat der Stern fast noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die astronomische Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küste von Chili geschickt hat, schreibt von Santiago im Februar 1850: „η Argûs mit seinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars ist, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächsten, und ist heller als das vereinigte Licht von α Centauri" †). Seit der Erscheinung im Schlangenträger 1604 ist kein Fixstern zu einer solchen Lichtstärke und in einer langen Dauer von nun schon 7 Jahren aufgestrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des schönen Sterns im Schiffe haben, hat derselbe in der Vermehrung und Verminderung seiner Intensität 8 bis 9 Oscillationen gehabt. Es ist, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerksamkeit der Astronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodischen Veränderlichkeit von η Argûs, ein glücklicher Zufall gewesen, daß die Erscheinung in die Epoche der rühmlichen fünfjährigen Cap-Expedition von Sir John Herschel gefallen ist.

Bei mehreren anderen, sowohl isolirten Fixsternen als von Struve beobachteten Doppelsternen (Stellarum compos. Mensurae microm. p. LXXI—LXXIII), sind ähnliche, noch nicht periodisch erkannte Lichtveränderungen bemerkt worden. Die Beispiele, die wir uns hier anzuführen begnügen, sind auf wirkliche, von demselben Astronomen zu verschiedenen Zeiten angestellten photometrische Schätzungen und Messungen gegründet, keinesweges aber auf die Buchstabenreihen in Bayer's Uranometrie. Argelander hat in der Abhandlung de fide Uranometriae Bayerianae 1842 p. 15 sehr überzeugend erwiesen, daß Bayer gar nicht den Grundsatz befolgt, die hellen Sterne mit den früheren Buchstaben zu bezeichnen, sondern im Gegentheil in derselben Größenclasse die Buchstaben in Reihenfolge der Lage so vertheilte, daß er gewöhnlich vom Kopf der Figur in jeglichem Sternbilde zu den Füßen überging. Die Buchstabenreihe in Bayer's Uranometrie hat lange den Glauben an die Lichtveränderungen verbreitet von α Aquilae, von Castor der Zwillinge und Alphard der Wasserschlange.

Struve (1838) und Sir John Herschel sahen Capella an Licht zunehmen. Der letztere findet die Capella jetzt um vieles heller als Wega, da er sie vorher immer für schwächer annahm ‡). Eben so auch Galle nnd Heis in jetziger Vergleichung von Capella und Wega. Der letztere findet Wega um 5 bis 6 Stufen, also mehr als eine halbe Größenclasse, schwächer.

Die Veränderungen in dem Lichte einiger Sterne in den Constellationen des Großen und Kleinen Bären verdienen besondere Aufmerksamkeit. „Der Stern η Ursae majoris," sagt Sir John Herschel, „ist jetzt gewiß unter den 7 hellen Sternen des Großen Bären der vorleuchtendste, wenn 1837 noch ε unbestreitbar den ersten Rang einnahm." Diese Bemerkung hat mich veranlaßt, Herrn Heis, der sich so warm und umsichtig mit der Ver-

---

*) Vergl. Sir John Herschel in der Capreise § 71–78 und Outlines of Astr. § 830 (Kosmos Buch I. S. 77 und Anm. *).

†) Brief des Astronomen der Sternwarte zu Washington Lieut. Gilliß an Dr. Flügel, Consul der Verein. Staaten von Nordamerika zu Leipzig, (Handschrift). Die 8 Monate lang dauernde, ungetrübte Reinheit und Durchsichtigkeit der Atmosphäre in Santiago de Chile ist so groß, daß Lieut. Gilliß in dem ersten in Amerika construirten großen Fernrohr von 6½ Zoll Oeffnung (construirt von Henry Fitz in New-York und William Young in Philadelphia) den 6ten Stern im Trapezium des Orion deutlich erkannte.

‡) Sir John Herschel, Capreise p. 334, 350 note 1 und 440. (Ueber ältere Beobachtungen von Capella und Wega s. William Herschel in den Philos. Transact. 1797 p. 307, 1799 p. 121 und in Bode's Jahrbuch für 1810 S. 148.) Argelander hegt dagegen vielen Zweifel über die Veränderlichkeit der Capella und der Bärensterne.

änderlichkeit des Sternlichtes beschäftigt, zu befragen. „Aus dem Mittel der 1842
1850 zu Aachen von mir angestellten Beobachtungen," schreibt Herr Heis, „ergab sic
Reihenfolge: 1) ε Ursae maj. oder Alioth, 2) α oder Dubhe, 3) η oder Benetnasch, 4) ζ
Mizar, 5) β, 6) γ, 7) δ. In den Helligkeits-Unterschieden dieser 7 Sterne sind sich
gleich ε, α und η: so daß ein nicht ganz reiner Zustand der Luft die Reihenfolge un
machen kann; ζ ist entschieden schwächer als die drei genannten. Die beiden Sterne β
γ, beide merklich schwächer als ζ, sind unter einander fast gleich; δ endlich, in älteren
ten von gleicher Größe mit β und γ angegeben, ist um mehr als eine Größenordnung s
cher als diese Sterne. Veränderlich ist bestimmt ε. Obgleich der Stern in der Regel
als α ist, so habe ich ihn doch in 3 Jahren 5mal entschieden schwächer als α gesehen.
β Ursae maj. halte ich für veränderlich, ohne bestimmte Perioden angeben zu können.
John Herschel fand in den Jahren 1840 und 1841 β Ursae min. viel heller als den
larstern, während daß schon im Mai 1846 das Entgegengesetzte von ihm beobachtet w
Er vermuthet Veränderlichkeit in β*). Ich habe seit 1843 der Regel nach Polaris schw
als β Ursae min. gefunden, aber von October 1843 bis Julius 1849 wurde nach m
Verzeichnissen Polaris zu 14 Malen größer als β gesehen. Daß wenigstens die Farb
letztgenannten Sterns nicht immer gleich röthlich ist, davon habe ich mich häufig zu
zeugen Gelegenheit gehabt; sie ist zuweilen mehr oder weniger gelb, zuweilen recht
schieden roth †). Alle mühevollen Arbeiten über die relative Helligkeit der Gestirne w
dann erst an Sicherheit gewinnen, wenn die Reihung nach bloßer Schätzung e
einmal durch Messungs-Methoden, welche auf die Fortschritte der neueren Op
gegründet sind, ersetzt werden kann. Die Möglichkeit ein solches Ziel zu erreichen darf
Astronomen und Physikern nicht bezweifelt werden.

Bei der wahrscheinlich großen physischen Aehnlichkeit der Lichtprocesse in allen s
leuchtenden Gestirnen (in dem Centralkörper unseres Planetensystems und den fer
Sonnen oder Fixsternen) hat man längst mit Recht darauf hingewiesen ‖), wie be
tungs- und ahndungsvoll der periodische oder unperiodische Lichtwechsel der Sterne i
die Klimatologie im allgemeinen, für die Geschichte des Luftkreises, d. i. für die
selnde Wärmemenge, welche unser Planet im Lauf der Jahrtausende von der Ausst
lung der Sonne empfangen hat; für den Zustand des organischen Lebens und dessen
wickelungsformen unter verschiedenen Breitengraden. Der veränderliche Stern am
des Wallfisches (Mira Ceti) geht von der 2ten Größe bis zur 11ten, ja bis zum Versch
den herab; wir haben eben gesehen, daß η des Schiffes Argo von der 4ten Größe bi
1sten, und unter den Sternen dieser Ordnung bis zum Glanz von Canopus, fast b
dem von Sirius sich erhoben hat. Wenn je auch nur ein sehr geringer Theil der hie
schilderten Veränderungen in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlung nach ab-
aufsteigender Scala unsere Sonne angewandelt hat (und warum sollte sie von anderen S
nen verschieden sein?); so kann eine solche Anwandlung, eine solche Schwächung oder
lebung der Lichtprocesse doch mächtigere, ja furchtbarere Folgen für unsere Planeten g
haben, als zur Erklärung aller geognostischen Verhältnisse und alter Erd-Revoluti
erforderlich sind. William Herschel und Laplace haben zuerst diese Betrachtungen ange
Wenn ich hier bei denselben länger verweilt bin, so ist es nicht darum geschehen, we
in ihnen ausschließlich die Lösung der großen Probleme der Wärme-Veränderung auf

*) Capreise § 259 No. 260.

†) Heis in handschr. Notizen vom Mai 1850. Vgl. auch Capreise p. 325 und P. von Boguslawski, Uranus für 1848 p. 186. (Die behauptete Veränderlichkeit von η, α und δ Ursae maj. ist auch bestätigt in Outlines p. 559.) Ueber die Reihenfolge der Sterne, welche vermöge ihrer Nähe nach und nach den Nordpol bezeichnen werden, bis nach 12000 Jahren Wega der Leier, der prachtvollste aller möglichen Polarstern Stelle einnehmen wird, s. Mädler, Astr. S. 43

‡) Kosmos Buch III. S. 433.

‖) William Herschel on the Changes that pen to the Fixed Stars in den Philos. Transac 1796 p. 186; Sir John Herschel in der Ca p. 350–352 wie auch in Mary Somerville's trefflicher Schrift: Connexion of the Physical ences 1846 p. 407.

serem Erdkörper suche. Auch die primitive hohe Temperatur des Planeten, in seiner Bildung und der Verdichtung der sich ballenden Materie gegründet; die Wärmestrahlung der tiefen Erdschichten durch offene Klüfte und unausgefüllte Gangspalten; die Verstärkung electrischer Ströme; eine sehr verschiedene Vertheilung von Meer und Land konnten in den frühesten Epochen des Erdelebens die Wärme-Vertheilung unabhängig machen von der Breite, d. h. von der Stellung gegen einen Centralkörper. Kosmische Betrachtungen dürfen sich nicht einseitig auf astrognostische Verhältnisse beschränken.

V.

Eigene Bewegung der Fixsterne. — Problematische Existenz dunkler Weltkörper. — Parallaxe. — Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. — Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel.

Neben den Veränderungen der Lichtstärke zeigt der Fixsternhimmel, als solcher und im Widerspruch mit seiner Benennung, auch Veränderungen durch die perpetuirlich fortschreitende Bewegung der einzelnen Fixsterne. Es ist schon früher daran erinnert worden, wie, ohne daß dadurch im allgemeinen das Gleichgewicht der Sternsysteme gestört werde, sich kein fester Punkt am ganzen Himmel befindet; wie von den hellen Sternen, welche die ältesten unter den griechischen Astronomen beobachtet haben, keiner seinen Platz im Weltraume unverändert behauptet hat. Die Ortsveränderung ist in zweitausend Jahren bei Arctur, bei μ der Cassiopea und bei einem Doppelstern im Schwan durch Anhäufung der jährlichen eigenen Bewegung auf $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ und 6 Vollmonds-Breiten angewachsen. Nach dreitausend Jahren werden etwa 20 Fixsterne ihren Ort um 1° und mehr verändert haben *). Da nun die gemessenen eigenen Bewegungen der Fixsterne von $\frac{1}{20}$ bis 7,7 Secunden steigen (also im Verhältniß von wenigstens 1 : 154 verschieden sind), so bleiben auch der relative Abstand der Fixsterne unter einander und die Configuration der Constellationen in langen Perioden nicht dieselben. Das südliche Kreuz wird in der Gestalt, welche jetzt dies Sternbild zeigt, nicht immer am Himmel glänzen: da die 4 Sterne, welche es bilden, mit ungleicher Geschwindigkeit eines verschiedenen Weges wandeln. Wie viele Jahrtausende bis zur völligen Auflösung verfließen werden, ist nicht zu berechnen. In den Raumverhältnissen und in der Zeitdauer giebt es kein absolutes Großes und Kleines.

Will man unter einem allgemeinen Gesichtspunkt zusammenfassen, was an dem Himmel sich verändert und was im Lauf der Jahrhunderte den physiognomischen Charakter der Himmelsdecke, den Anblick des Firmaments an einem bestimmten Orte, modificirt; so muß man aufzählen als wirksame Ursachen solcher Veränderung: 1) das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdachse, durch deren gemeinsame Wirkung neue Sterne am Horizont aufsteigen, andere unsichtbar werden; 2) die periodische und unperiodische Veränderung der Lichtstärke vieler Fixsterne; 3) das Auflodern neuer Sterne, von denen einige wenige am Himmel verblieben sind; 4) das Kreisen telescopischer Doppelsterne um einen gemeinsamen Schwerpunkt. Zwischen diesen sich langsam und ungleich in Lichtstärke und Position verändernden sogenannten Fixsternen vollenden ihren schnelleren Lauf 20 Hauptplaneten, von denen fünf zusammen 20 Satelliten darbieten. Es bewegen sich also außer den ungezählten, gewiß auch rotirenden Fixsternen 40 bis jetzt (October 1850) aufgefundene planetarische Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen Vervollkommners der Beobachtungskunst Tycho waren nur 7 bekannt. Fast 200 berechnete Cometen, deren 5 von kurzem Umlauf und innere, d. h. zwischen den Bahnen der Hauptplaneten eingeschlossene, sind, hätten hier ebenfalls noch als planetarische Körper

*) Encke, Betrachtungen über die Anordnung des Sternsystems 1844 S. 12 (Kosmos Buch III. S. 397); Mädler, Astr. S. 445.

aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meist kurzen Erscheinens, wenn dem bloßen Auge sichtbar werden, nächst den eigentlichen Planeten und den neuen Sterne erster Größe plötzlich auflodernden Weltkörpern, am anziehendsten das an sich sc reiche **Bild** des gestirnten Himmels, ich hätte fast gesagt dessen **landschaftlichen Eindr**

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixsterne hängt geschichtlich ganz mit Fortschritten zusammen, welche die Beobachtungskunst durch Vervollkommnung der W zeuge und der Methoden gemacht hat. Das Auffinden dieser Bewegung wurde erst mögl als man das Fernrohr mit getheilten Instrumenten verband; als von der Sicherheit ei Bogen-Minute, die zuerst mit großer Anstrengung Tycho auf der Insel Hveen seinen obachtungen zu geben vermochte, man allmälig zur Sicherheit von einer Secunde und Theilen dieser Secunde herabstieg; oder durch eine lange Reihe von Jahren getren Resultate mit einander vergleichen konnte. Eine solche Vergleichung stellte Halley mit Positionen des Sirius, Arcturus und Aldebaran an, wie sie Ptolemäus in seinen Hipp chischen Catalogus, also vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte sich durch dies berechtigt (1717) eine **eigene Bewegung** in den eben genannten drei Fixsternen verkündigen *). Die große und verdiente Achtung, welche selbst noch lange nach den obachtungen von Flamsteed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen R ascensionen gespendet wurde, regte Tobias Mayer (1756), Maskelyne (1770) und Pi (1800) an, Römer's Beobachtungen mit den späteren zu vergleichen †). Die eigene wegung der Sterne wurde dergestalt schon seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts ihrer Allgemeinheit anerkannt; aber die genaueren und numerischen Bestimmungen di Classe von Erscheinungen verdankte man erst 1783 der großen Arbeit von William H schel, auf Flamsteeds Beobachtungen ‡) gegründet, wie in noch weit höherem Grade B sel's und Argelander's glücklicher Vergleichung von Bradley's Stern-Positionen für 17 mit den neueren Catalogen.

Die Entdeckung der **eigenen Bewegung der Fixsterne** hat für die physische As nomie eine um so höhere Wichtigkeit, als dieselbe zu der Kenntniß der Bewegung uns eigenen **Sonnensystems** durch die sternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Ken niß der **Richtung** dieser Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von di Thatsache erfahren haben, wenn die eigene fortschreitende Bewegung der Fixsterne so ger wäre, daß sie allen unseren Messungen entginge. Das eifrige Bestreben, diese Bewegu in Quantität und Richtung, die **Parallaxe der Fixsterne** und ihre **Entfernung** ergründen, hat am meisten dazu beigetragen, durch Vervollkommnung der mit den optisc Instrumenten verbundenen Bogentheilungen und der micrometrischen Hülfsmittel, die B obachtungskunst auf den Punkt zu erheben, zu dem sie sich, bei scharfsinniger Benutzung großen Meridiankreisen, Refractoren und Heliometern (vorzugsweise seit dem Jahre 183 emporgeschwungen hat.

Die Quantität der gemessenen eigenen Bewegung wechselt, wie wir schon im Eingan dieses Abschnitts bemerkt, von dem 20sten Theil einer Secunde bis zu fast 8″. Die leu tenderen Sterne haben großentheils dabei schwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6 und 7ter Größe ||). Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene Bewegu offenbart haben, sind: Arcturus 1m (2″,25); α Centauri 1m (3″,58 ¶); μ Cassiopeae

*) **Halley**, in den Philos. Transact. for 1717–1719 Vol. XXX. p. 736. Die Betrachtung bezog sich aber bloß auf die Variationen in der Breite; Jacques Cassini fügte zuerst Variationen in der Länge hinzu (**Arago** im Annuaire pour 1842 p. 387).

†) **Delambre**, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 658; derselbe in der Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 448

‡) Philos Transact. Vol. LXXIII p. 138.

||) **Bessel** im Jahrbuch von Schumacher für 1839 S. 38; **Arago**, Annuaire pour 1842 p. 389.

¶) S. über α Cent. **Henderson** und **Macl** in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XI. p und Piazzi **Smyth** in den Edinb. Transact. XVI. 447. Die Eigenbewegung des Arcturus, 2″ (**Baily** in denselben Memoirs Vol. V. p. 165), fa als die eines sehr hellen Sternes, im Vergleich mit debaran: 0″,185 (**Mädler**, Centralsonne S. und α Lyrae: 0″,400, groß genannt werden. U den Sternen erster Größe macht α Centauri mit der starken Eigenbewegung 3″,58 eine sehr merkwürd Ausnahme. Die eigene Bewegung des Doppelste

(3″, 74); der Doppelstern δ des Eridanus 5.4^m (4″, 08); der Doppelstern 61 des Schwans 5.6^m (5″, 123), von Bessel 1812 durch Vergleichung mit Bradley's Beobachtungen anerkannt; ein Stern auf der Grenze der Jagdhunde*) und des Großen Bären, No. 1830 des Catalogs der Circumpolarsterne von Groombridge 7^m (nach Argelander 6″, 974); ε Indi (7″, 74) nach D'Arrest†); 2151 Puppis des Schiffes 6^m (7″, 871). Das arithmetische Mittel‡) der einzelnen Eigenbewegungen der Fixsterne aus allen Zonen, in welche Mädler die Himmelskugel getheilt hat, würde kaum 0″, 102 übersteigen.

Eine wichtige Untersuchung über die „Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von Procyon und Sirius" hat Bessel, dem größten Astronomen unserer Zeit, im Jahr 1844, also kurz vor dem Beginnen seiner tödtlichen, schmerzhaften Krankheit, die Ueberzeugung aufgedrängt: „daß Sterne, deren veränderliche Bewegungen in den vervollkommnetsten Instrumenten bemerkbar werden, Theile von Systemen sind, welche, vergleichungsweise mit den großen Entfernungen der Sterne von einander, auf kleine Räume beschränkt sind." Dieser Glaube an die Existenz von Doppelsternen, deren einer ohne Licht ist, war in Bessel, wie meine lange Correspondenz mit ihm bezeugt, so fest, daß sie, bei dem großen Interesse, welches ohnedies jede Erweiterung der Kenntniß von der physischen Beschaffenheit des Fixsternhimmels erregt, die allgemeinste Aufmerksamkeit auf sich zog. „Der anziehende Körper," sagt der berühmte Beobachter, „muß entweder dem Fixsterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne sehr nahe sein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Masse in sehr kleiner Entfernung von der Sonne sich in den Bewegungen unseres Planetensystems nicht verrathen hat, so wird man auf seine sehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig statthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewiesen‖)." In einem Briefe an mich (Juli 1844) heißt es (ich hatte scherzend einige Besorgniß über die Gespensterwelt der dunklen Gestirne geäußert): „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelsterne sind, bestehend aus einem sichtbaren und einem unsichtbaren Sterne. Es ist kein Grund vorhanden, das Leuchten für eine wesentliche Eigenschaft der Körper zu halten. Daß zahllose Sterne sichtbar sind, beweist offenbar nichts gegen das Dasein eben so zahlloser unsichtbarer. Die physische Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypothese dunkler Sterne beseitigt. Man kann die einfache Voraussetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geschwindigkeit nur in Folge einer Kraft statt findet und daß die Kräfte nach den Newtonischen Gesetzen wirken."

Ein Jahr nach Bessel's Tode hat Fuß auf Struve's Veranlassung die Untersuchung über die Anomalien von Procyon und Sirius, theils durch neue Beobachtungen am Ertel'schen Meridian-Fernrohr zu Pulkowa, theils durch Reductionen und Vergleichung mit dem früher Beobachteten, erneuert. Das Resultat ist nach der Meinung von Struve und Fuß¶) gegen die Bessel'sche Behauptung ausgefallen. Eine große Arbeit, die Peters in Königsberg eben vollendet hat, rechtfertigt die Bessel'schen Behauptungen; wie eine ähnliche von Schubert, dem Calculator am nordamerikanischen Nautical Almanac.

Der Glaube an die Existenz nicht leuchtender Sterne war schon im griechischen Alterthume und besonders in der frühesten christlichen Zeit verbreitet. Man nahm an, daß „zwischen den feurigen Sternen, die sich von den Dünsten nähren, sich noch einige andere erdartige Körper bewegen, welche uns unsichtbar bleiben**)." Das völlige Verlöschen der

Systems des Schwans beträgt nach Bessel (Schum. Astr. Nachr. Bd. XVI. S. 93) 5″, 123.

*) Schumacher's Astr. Nachr. No. 455.

†) A. a. O. No. 618 S. 276. D'Arrest gründet das Resultat auf Vergleichungen von Lacaille (1750) mit Brisbane (1825) und von Brisbane mit Taylor 1835). Der Stern 2151 Puppis des Schiffes hat Eigenbewegung 7″, 871 und ist 6^m (Maclear in Mädler's Unters. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 5).

‡) Schum. Astr. Nachr. No. 661 S. 201.

‖) A. a. O. No. 514–516.

¶) Struve, Etudes d'Astr. stellaire, Texte p. 47, Notes p. 26 und 51–57; Sir John Herschel, Outl. § 859 und 860.

**) Origenes in Gronov. Thesaur. T. X p. 271.

neuen Sterne, besonders der von Tycho und Kepler so sorgfältig beobachteten in der Cassiopea und im Schlangenträger, schien dieser Meinung eine festere Stütze zu geben. Weil damals vermuthet wurde, der erste dieser Sterne sei schon zweimal vorher und zwar in Abständen von ungefähr 300 Jahren aufgelodert, so konnte die Idee der Vernichtung und völligen Auflösung keinen Beifall finden. Der unsterbliche Verfasser der Mécanique céleste gründet seine Ueberzeugung von dem Dasein nicht leuchtender Massen im Weltall auf dieselben Erscheinungen von 1572 und 1604. „Ces astres devenus invisibles après avoir surpassé l'éclat de Jupiter même, n'ont point changé de place durant leur apparition. (Der Lichtproceß hat bloß in ihnen aufgehört.) Il existe donc dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables et peut-être en aussi grands nombres que les étoiles*)." Ebenso sagt Mädler in den Untersuchungen über die Fixstern-Systeme†): „Ein dunkler Körper könnte Centralkörper sein; er könnte wie unsere Sonne in unmittelbarer Nähe nur von dunklen Körpern, wie unsere Planeten sind, umgeben sein. Die von Bessel angedeuteten Bewegungen von Sirius und Procyon nöthigen (?) sogar zu der Annahme, daß es Fälle giebt, wo leuchtende Körper die Satelliten dunkler Massen bilden." Es ist schon früher erinnert worden, daß solche Massen von einigen Anhängern der Emanations-Theorie für zugleich unsichtbar und doch lichtstrahlend gehalten werden: unsichtbar, wenn sie von so ungeheuren Dimensionen sind, daß die ausgesandten Lichtstrahlen (Licht-Moleculen), durch Anziehungskräfte zurückgehalten, eine gewisse Grenze nicht überschreiten können‡). Giebt es, wie es wohl annehmbar ist, dunkle, unsichtbare Körper in den Welträumen, solche, in welchen der Proceß lichterzeugender Schwingungen nicht statt findet; so müssen diese dunklen Körper nicht in den Umfang unseres Planeten- und Cometen-Systems fallen oder doch nur von sehr geringer Masse sein, weil ihr Dasein sich uns nicht durch bemerkbare Störungen offenbart.

Die Untersuchung der Bewegung der Fixsterne in Quantität und Richtung (der wahren ihnen eigenen Bewegung wie der bloß scheinbaren, durch Veränderung des Orts der Beobachtung in der durchlaufenen Erdbahn hervorgebrachten), die Bestimmung der Entfernung der Fixsterne von der Sonne durch Ergründung ihrer Parallaxen, die Vermuthungen über den Ort im Weltraum, nach dem hin unser Planetensystem sich bewegt: sind drei Aufgaben der Astronomie, welche durch die Hülfsmittel der Beobachtung, deren man sich zu ihrer theilweisen Lösung glücklich bedient hat, in naher Verbindung mit einander stehen. Jede Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden, die man zur Förderung einer dieser schwierigen und verwickelten Arbeiten angewandt, ist für die andere ersprießlich geworden. Ich ziehe vor mit den Parallaxen und der Bestimmung des Abstandes einiger Fixsterne zu beginnen, um das zu vervollständigen, was sich vorzugsweise auf unsere jetzige Kenntniß der isolirt stehenden Fixsterne bezieht.

Schon Galilei hat in dem Anfang des 17ten Jahrhunderts die Idee angeregt, den „gewiß überaus ungleichen Abstand der Fixsterne von dem Sonnensysteme zu messen;" ja schon zuerst mit großem Scharfsinn das Mittel angegeben die Parallaxe aufzufinden: nicht durch die Bestimmung der Entfernung eines Sternes vom Scheitelpunkte oder dem Pole, sondern „durch sorgfältige Vergleichung eines Sternes mit einem anderen, sehr nahe stehenden." Es ist in sehr allgemeinen Ausdrücken die Angabe des micrometrischen Mittels, dessen sich später William Herschel (1781), Struve und Bessel bedient haben. „Perchè io non credo," sagt Galilei‖) in dem dritten Gespräche (Giornata terza), „che tutte le

*) Laplace, Expos. du Syst. du Monde 1824 p. 395. Lambert zeigt in den kosmologischen Briefen eine auffallende Neigung zur Annahme großer, dunkler Weltkörper.

†) Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. (1848) S. 3 und dessen Astronomie, S. 416.

‡) Vergl. Kosmos Buch III. S. 428 und Anm.; Laplace in Zach's Allg. geogr. Ephem. Bd. IV. S. 1; Mädler, Astr. S. 393.

‖) Opere di Galileo Galilei Vol. XII. Milano 1811 p. 206. Diese denkwürdige Stelle, welche die Möglichkeit und das Project einer Messung ausdrückt, ist von Arago aufgefunden worden; s. Annuaire pour 1842 p. 382.

stelle siano sparse in una sferica superficie *egualmente distanti da un centro;* ma stimo, che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talchè quando si trovasse col Telescopio *qualche picciolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori*, e che però quella fusse altissima, *potrebbe accadere, che qualche sensibil mutazione succedesse tra di loro.*" Mit dem copernicanischen Weltsysteme war dazu noch gleichsam die Forderung gegeben, durch Messungen numerisch den Wechsel der Richtung nachzuweisen, welchen die halbjährige Ortsveränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne in der Lage der Fixsterne hervorbringen müsse. Da die von Kepler so glücklich benutzten Tychonischen Winkel-Bestimmungen, wenn sie gleich bereits (wie schon einmal bemerkt) die Sicherheit von einer Bogen-Minute erreichten, noch keine parallactische Veränderung in der scheinbaren Position der Fixsterne zu erkennen gaben; so diente den Copernicanern lange als Rechtfertigung der beruhigende Glaube, daß der Durchmesser der Erdbahn ($41^1/_3$ Millionen geogr. Meilen) zu gering sei in Verhältniß der übergroßen Entfernung der Fixsterne.

Die Hoffnung der Bemerkbarkeit einer Parallaxe mußte demnach als abhängig erkannt werden von der Vervollkommnung der Seh- und Meßinstrumente und von der Möglichkeit sehr kleine Winkel mit Sicherheit zu bestimmen. So lange man nur einer Minute gewiß war, bezeugte die nicht bemerkte Parallaxe nur, daß die Fixsterne über 3438 Erdweiten (Halbmesser der Erdbahn, Abstand der Erde von der Sonne) entfernt sein müssen*). Diese untere Grenze der Entfernungen stieg bei der Sicherheit einer Secunde in den Beobachtungen des großen Astronomen James Bradley bis 206265; sie stieg in der glänzenden Epoche Fraunhofer'scher Instrumente (bei unmittelbarer Messung von ohngefähr dem 10ten Theil einer Bogen-Secunde) bis 2062648 Erdweiten. Die Bestrebungen und so scharfsinnig ausgedachten Zenithal-Vorrichtungen von Newton's großem Zeitgenossen Robert Hooke (1669) führten nicht zum bezweckten Ziele. Picard, Horrebow, welcher Römer's gerettete Beobachtungen bearbeitete, und Flamsteed glaubten Parallaxen von mehreren Secunden gefunden zu haben, weil sie die eigenen Bewegungen der Sterne mit den wahren parallactischen Veränderungen verwechselten. Dagegen war der scharfsinnige John Michell (Phil. Tr. 1767 Vol. LVII. p. 234—264) der Meinung, daß die Parallaxen der nächsten Fixsterne geringer als 0″,02 sein müßten und dabei nur „durch 12000malige Vergrößerung erkennbar" werden könnten. Bei der sehr verbreiteten Meinung, daß der vorzügliche Glanz eines Sterns immer eine geringere Entfernung andeuten müsse, wurden Sterne erster Größe: Wega, Aldebaran, Sirius und Procyon, der Gegenstand nicht glücklicher Beobachtungen von Calandrelli und dem verdienstvollen Piazzi (1805). Sie sind denen beizuzählen, welche (1815) Brinkley in Dublin veröffentlichte und die 10 Jahre später von Pond und besonders von Airy widerlegt wurden. Eine sichere, befriedigende Kenntniß von Parallaxen beginnt erst, auf micrometrische Abstands-Messungen gegründet, zwischen den Jahren 1832 und 1838.

Obgleich Peters †) in seiner wichtigen Arbeit über die Entfernung der Fixsterne (1846) die Zahl der schon aufgefundenen Parallaxen zu 33 angiebt, so beschränken wir uns hier auf die Angabe von 9, die ein größeres, doch aber sehr ungleiches Vertrauen verdienen und die wir nach dem ohngefähren Alter ihrer Bestimmungen aufführen:

Den ersten Platz verdient der durch Bessel so berühmt gewordene 61ste Stern im Sternbilde des Schwans. Der Königsberger Astronom hat schon 1812 die große eigene Bewegung, aber erst 1838 die Parallaxe dieses Doppelsternes (unter 6ter Größe) durch Anwendung des Heliometers bestimmt. Meine Freunde Arago und Mathieu machten von August 1812 bis November 1813 eine Reihe zahlreicher Beobachtungen, indem sie zur Auffindung der Parallaxe die Entfernung des Sterns 61 Cygni vom Scheitelpunkt maßen. Sie

*) Bessel in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 5 und 11.

†) Struve, Astr. stell. p. 104.

Schwerpunkt, welcher in den Doppelsternen leer ist, ist demnach im Sonnensysteme bald leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Möglichkeit der Annahme eines dunkeln Centralkörpers im Schwerpunkt der Doppelsterne, oder ursprünglich dunkler, aber schwach durch fremdes Licht erleuchteter, um sie kreisender Planeten ausgesprochen; gehört in das vielfach erweiterte Reich der mythischen Hypothesen.

Ernster und einer gründlichen Untersuchung würdiger ist die Betrachtung: daß, unter der Voraussetzung einer Kreisbewegung sowohl für unser ganzes seinen Ort veränderndes Sonnensystem als für alle Eigenbewegungen der so verschieden entfernten Fixsterne, das Centrum der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müsse*), nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In dieser Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr schwacher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den Grad der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Sternschicht ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation des Perseus†) suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz eines zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe, und zwar in der Mitte dieser Gruppe, in oder nahe‡) dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier nicht der Ort, die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung‖) einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst, bei seiner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixsternen geprüft und zugleich Untersuchungen angeregt zu haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des großen Problems selbst führen, doch geeignet sind, Licht über verwandte Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

VI.

Die vielfachen oder Doppelsterne. — Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geahndeten allgemeineren, höheren, zu den speciellen, niederen, herabsteigt; so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehrere selbstleuchtende Welt-

*) Argelander a. a. O. S. 42; Mädler, Centralsonne S. 9 und Astr. S. 403.

†) Argelander a. a. O. S. 43 und in Schum. Astr. Nachr. No. 566. Nicht durch numerische Untersuchungen geleitet, sondern nach phantasiereichen Ahndungen hatten früh schon Kant den Sirius, Lambert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centralkörper unserer Sternenschicht erklärt. Struve, Astr. stell. p. 17 no. 19.

‡) Mädler, Astr. S. 380, 400, 407 und 414; dessen Centralsonne 1846 S. 44–47; dessen Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 183–185. (Alcyone liegt RA. 54° 30′, Decl. 23° 36′ für das Jahr 1840.) Wäre die Parallaxe der Alcyone wirklich 0″,0065; so würde ihre Entfernung 31½ Millionen Halbmesser der Erdbahn betragen, sie also 50mal entfernter von uns sein, als nach Bessel's ältester Bestimmung der Abstand des Doppelsterns 61 Cygni ist. Das Licht, welches in 8′ 18″,2 von der Sonne zur Erde kommt, würde dann 500 Jahre von der Alcyone zur Erde brauchen. Die Phantasie der Griechen gefiel sich in wilden Schätzungen von Fallhöhen. In des Hesiodus Theogonia v. 722–725 heißt es vom Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte dereinst ein eherner Ambos fiele vom Himmel herab, am zehenten käm' er zur Erde ....." Der Fallhöhe in 777600 Zeitsecunden entsprechen für den Amboß 77356 geogr. Meilen (mit Rücksicht auf die, in planetarischen Entfernungen starke Abnahme der Anziehungskraft der Erde nach Galle's Berechnung), also das 1½fache der Entfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Ilias I, 592 fiel Hephästos schon in Einem Tage auf Lemnos herab, und „athmete nur noch ein wenig". Die Länge der vom Olymp zur Erde herabhangenden Kette, an der alle Götter versuchen sollen, den Zeus herabzuziehen (Ilias VIII, 18), bleibt unbestimmt; es ist nicht ein Bild der Himmelshöhe, sondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

‖) Vergl. die Zweifel von Peters in Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herschel in den Outl. of Astr. p. 589: „In the present defective state of our knowledge respecting the proper motion of the smaller stars, we cannot but regard all attempts of the kind as to a certain extent premature, though by no means to be discouraged as forerunners of something more decisive."

körper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung mit einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelsterne*) erkannte, waren solche Bewegungen in geschlossenen Curven nur in unserem planetenreichen Sonnensystem bekannt. Auf diese scheinbare Analogie wurden voreilig Schlüsse gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelstern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine sehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht gestattet (wie in Castor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); so mußte diese Benennung sehr natürlich zwei Classen von Sternpaaren begreifen: solche, die durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert scheinen, aber ganz verschiedenen Abständen und Sternschichten zugehören; und solche, welche, einander näher gerückt, in gegenseitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechselwirkung zu einander stehen und demnach ein eigenes, partielles Sternsystem bilden. Die ersteren nennt man nach nun schon langer Gewohnheit optische, die zweite Classe physische Doppelsterne. Bei sehr großer Entfernung und bei Langsamkeit der elliptischen Bewegung können mehrere der letzteren mit den ersteren verwechselt werden. Alcor, mit dem die arabischen Astronomen sich viel beschäftigt haben, weil der kleine Stern bei sehr reiner Luft und scharfen Gesichtsorganen dem bloßen Auge sichtbar wird, bildet (um hier an einen sehr bekannten Gegenstand zu erinnern) mit ζ im Schwanz des Großen Bären im weitesten Sinne des Worts eine solche optische Verbindung ohne nähere physische Abhängigkeit. Von der Schwierigkeit des Trennens, welche dem unbewaffneten Auge darbieten die sehr ungleiche Licht-Intensität nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberstrahlung und der Sternschwänze, wie die organischen Fehler, die das undeutliche Sehen hervorbringen, habe ich schon oben im 2ten und 3ten Abschnitte gehandelt†).

Galilei, ohne die Doppelsterne zu einem besonderen Gegenstande seiner telescopischen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die große Schwäche seiner Vergrößerungen würde gehindert haben), erwähnt in einer berühmten, schon von Arago bezeichneten Stelle der Giornata terza seiner Gespräche den Gebrauch, welchen die Astronomen von optischen Doppelsternen (quando si trovasse nel telescopio qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle maggiori) zur Auffindung einer Fixstern-Parallaxe machen könnten‡). Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den Sternverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt, wenn man diejenigen ausschließt, welche weiter als 32″ von einander abstehen; jetzt, hundert Jahre später, sind (Dank sei es hauptsächlich den großen Arbeiten von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in beiden Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten ||) beschriebenen Doppelsternen gehören: ζ Ursae maj. (7. Sept. 1700 von Gottfried Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α Geminorum (1719), 61 Cygni (1753, wie die beiden vorigen, von Bradley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), p Ophiuchi, ζ Cancri . . . . . .

Es vermehrten sich allmälig die aufgezählten Doppelsterne: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis zum Sterncatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei scharfsinnig ahndende und combinirende Denker, Lambert („Photometria" 1760; „Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst Doppelsterne, verbreiteten aber zuerst richtige Ansich-

*) Vergl. Kosmos Buch I. S. 73 und Anm. (Struve über Doppelsterne nach Dorpater Micrometer-Messungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

†) Kosmos Buch III. S. 408–411, u. Anm., 450 und 451. Als merkwürdige Beispiele von der Schärfe der Sehorgane ist noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Möstlin mit bloßen Augen 14, und schon einige der Alten 9 Sterne in dem Siebengestirn mit bloßen Augen erkannten. (Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 36.)

‡) Kosmos Buch III. S. 486. Auch Dr. Gregory von Edinburg empfiehlt 1675 (also 33 Jahre nach Galilei's Hinscheiden) dieselbe parallactische Methode; vergl. Thomas Birch, Hist. of the Royal Soc. Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748) spielt auf diese Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

||) Mädler, Astr. S. 477.

ten über die Attractions-Beziehungen der Sterne in partiellen binären Systemen. Lambert wagte wie Kepler die Vermuthung, daß die fernen Sonnen (Fixsterne) wie die unsrige von dunkeln Weltkörpern, Planeten und Cometen umgeben seien; von den einander nahe stehenden Fixsternen aber glaubte *) er, so sehr er auch sonst zur Annahme dunkler Centralkörper geneigt scheint, „daß sie in einer nicht zu langen Zeit eine Revolution um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt vollendeten.“ Michell †), der von Kant's und Lambert's Ideen keine Kenntniß hatte, wandte zuerst und mit Scharfsinn die Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf enge Sterngruppen, besonders auf vielfache Sterne, binäre und quaternäre, an; er zeigte, wie 500000 gegen 1 zu wetten sei, daß die Zusammenstellung von 6 Hauptsternen der Plejaden nicht vom Zufall herrühre, daß vielmehr ihre Gruppirung in einer inneren Beziehung der Sterne gegen einander gegründet sein müsse. Er ist der Existenz von leuchtenden Sternen, die sich um einander bewegen, so gewiß, daß er diese partiellen Sternsysteme zu sinnreicher Lösung einiger astronomischen Aufgaben anzuwenden vorschlägt ‡).

Der Mannheimer Astronom Christian Mayer hat das große Verdienst, auf dem sicheren Wege wirklicher Beobachtungen die Doppelsterne zuerst (1778) zu einem besonderen Ziele seiner Bestrebungen erhoben zu haben. Die unglücklich gewählte Benennung von Fixstern-Trabanten und die Beziehungen, welche er zwischen Sternen zu erkennen glaubte, die von Arcturus 2° 1/2 bis 2° 55′ abstehen, setzten ihn bitteren Angriffen seiner Zeitgenossen, und unter diesen dem Tadel des großen und scharfsinnigen Mathematikers Nicolaus Fuß, aus. Das Sichtbar-Werden dunkler planetarischer Körper in reflectirtem Lichte war bei so ungeheurer Entfernung allerdings unwahrscheinlich. Man achtete nicht auf die Resultate sorgfältig angestellter Beobachtungen, weil man die systematische Erklärung der Erscheinungen verwarf; und doch hatte Christian Mayer in einer Vertheidigungsschrift gegen den Pater Maximilian Hell, Director der kaiserlichen Sternwarte zu Wien ausdrücklich erklärt: daß die kleinen Sterne, welche den großen so nahe stehen, entweder erleuchtete, an sich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der Hauptstern und sein Begleiter, zwei um einander kreisende, selbstleuchtende Sonnen seien.“ Das Wichtige von Christian Mayer's Arbeit ist lange nach seinem Tode von Struve und Mädler dankbar und öffentlich anerkannt worden. In seinen beiden Abhandlungen: Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixsterntrabanten (1778) und Diss. de novis in coelo sidereo phaenomenis (1779) sind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beschrieben,

---

*) Arago im Annuaire pour 1842 p. 400.

†) An inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed Stars, from the quantity of Light which they afford us, and the particular circumstances of their situation, by the Rev. John Michell; in den Philos. Transact. Vol. LVII p. 234–261.

‡) John Michell a. a. O. p. 238: „If it should hereafter be found that any of the stars have others revolving about them (for no satellites by a borrowed light *could possibly be visible*), we should then have the means of discovering ......“ Er läugnet in der ganzen Discussion, daß einer der zwei kreisenden Sterne ein dunkler, fremdes Licht reflectirender Planet sein könne, weil beide uns trotz der Ferne sichtbar werden. Er vergleicht die Dichtigkeit beider, von denen er den größeren den Central star nennt, mit der Dichtigkeit unserer Sonne, und bezieht das Wort Satellit nur auf die Idee des Kreisens, auf die einer wechselseitigen Bewegung; er spricht von der „greatest apparent elongation of those stars, that revolved about the others as satellites.“ Ferner heißt es p. 243 und 249: „We may conclude with the highest probability (the odds against the contrary opinion being many million millions to one) that stars form a kind of system by mutual gravitation. It is highly probable in particular, and next to a certainty in general, that such double stars as appear to consist of two or more stars placed near together, are under the influence of some general law, such perhaps as gravity....“ Vergl. auch Arago im Annuaire 1834 p. 308, Ann. 1842 p. 400.) Den numerischen Resultaten der Wahrscheinlichkeits-Rechnung, welche Michell angiebt, muß man einzeln keine große Sicherheit zuschreiben: da die Voraussetzungen, daß es 230 Sterne am ganzen Himmel gebe, welche an Lichtstärke dem β Capricorni, und 1500, welche der Lichtstärke der 6 größeren Plejaden gleich seien, keine Richtigkeit haben. Die geistreiche cosmologische Abhandlung von John Michell endigt mit dem sehr gewagten Versuch einer Erklärung des Funkelns der Fixsterne durch eine Art von „Pulsation in materiellen Lichtausstößen“: einer nicht glücklicheren als die, welche Simon Marius, einer der Entdecker der Jupiterstrabanten (Kosmos Buch II. S. 363 u. Anm.), am Ende seines Mundus Jovialis (1614) gegeben hatte. Michell hat aber das Verdienst, darauf aufmerksam gemacht zu haben (p. 263), daß das Funkeln immer mit Farbenveränderung verbunden ist: „besides their brightness there is in the twinkling of the fixed stars a change of colour.“ (S. Kosmos Buch III. S. 421 und 422.)

unter denen 67 einen geringeren Abstand als 32″ haben. Die meisten derselben sind von Christian Mayer neu entdeckt durch das vortreffliche achtfüßige Fernrohr der Mannheimer Mauerquadranten; „manche gehören noch jetzt zu den schwierigsten Objecten, welche nur kräftige Instrumente darzustellen vermögen: wie ρ und 71 Herculis, ε Lyrae und ω Piscium.“ Mayer maß freilich nur am Meridian-Instrumente (wie man aber noch lange nach ihm gethan) Abstände in Rectascension und Declination, und wies aus seinen wie aus den Beobachtungen früherer Astronomen Positions-Veränderungen nach, von deren numerischem Werthe er irrigerweise nicht abzog, was (in einzelnen Fällen) der eigenen Bewegung der Sterne angehörte *).

Diesen schwachen, aber denkwürdigen Anfängen folgte Wilhelm Herschel's Riesenarbeit über die vielfachen Sterne. Sie umfaßt eine lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn wenn auch das erste Verzeichniß von Herschel's Doppelsternen vier Jahre später als Christian Mayer's Abhandlung über denselben Gegenstand veröffentlicht wurde; so reichen des Ersteren Beobachtungen doch bis 1779, ja, wenn man die Untersuchungen über das Trapezium im großen Nebelfleck des Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Fast alles, was wir heute von der vielfältigen Gestaltung der Doppelsterne wissen, wurzelt ursprünglich in Sir William Herschel's Arbeit. Er hat in den Catalogen von 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meist allein von ihm entdeckte, in Position und Distanz bestimmte Doppelsterne aufgestellt †); sondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der Anzahl ist, er hat seinen Scharfsinn und Beobachtungsgeist auch schon an allem dem geübt, was sich auf die Bahn, die vermuthete Umlaufszeit, auf Helligkeit, Farben-Contrast, und Classification nach Größe der gegenseitigen Abstände bezieht. Phantasiereich und doch immer mit großer Vorsicht fortschreitend, sprach er sich erst im Jahr 1794, indem er optische und physische Doppelsterne unterschied, vorläufig über die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu seinem kleineren Begleiter aus. Den ganzen Zusammenhang der Erscheinungen entwickelte er erst neun Jahre später in dem 93sten Bande der Philosophical Transactions. Es wurde nun der Begriff von partiellen Sternsystemen festgesetzt, in denen mehrere Sonnen um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Das mächtige Walten von Anziehungskräften, das in unserem Sonnensystem sich bis zum Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen) erstreckt, ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von 1680 in der Entfernung von 28 Neptunsweiten (d. i. von 853 Erdweiten oder 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt; offenbart sich auch in der Bewegung des Doppelsterns 61 des Schwans, welcher 18240 Neptunsweiten (550900 Erdweiten oder 11394000 Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0″,3744, von der Sonne entfernt ist. Wenn aber auch Sir William Herschel die Ursachen und den allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen in großer Klarheit erkannte; so waren doch in dem ersten Jahrzehent des 19ten Jahrhunderts die Positionswinkel, welche sich aus den eigenen Beobachtungen und aus den nicht sorgfältig genug benutzten älteren Sterncatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen gebunden, als daß die einzelnen numerischen Verhältnisse der Umlaufszeiten oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten. Sir John Herschel erinnert selbst an die so unsicheren Angaben der Umlaufszeiten von α Geminorum (334 Jahre statt nach Mädler ‡) 520); von γ Virginis (708 statt 169); und von γ Leonis (1424 des großen Catalogs von Struve), einem prachtvollen Sternpaar, goldfarben und röthlich grün (1200 Jahre).

---

*) Struve im Recueil des Actes de la Séance publique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, le 29 déc. 1832, p. 48–50; Mädler, Astr. S. 478.

†) Philos. Transact. for the year 1782 p. 40–126, for 1783 p. 112–124, for 1804 p. 87. Ueber die Begründung dieser von William Herschel beobachteten 846 Doppelsterne vergl. Mädler in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 59 und desselben Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. I. 1847 S. 7.

‡) Mädler a. a. O. Th. I. S. 255. Man hat für Castor: 2 alte Beobachtungen von Bradley 1719 und 1759 (die erste gemeinschaftlich mit Pond, die zweite mit Maskelyne); 2 von Herschel dem Vater von 1779 und 1803. Für die Umlaufszeit von γ Virginis s. Mädler, Fixstern-Syst. Th. II. 1848 S. 234–240.

Nach William Herschel haben mit bewunderswürdiger Thätigkeit, und durch verv-
kommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentlic
specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der V
(1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte s
erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. D
selben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen
terhalb 32″, von welchen nur etwa 1/6 früher gesehen worden war. Um diese Arbeit
vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersu
Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige W
Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere uns
beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines v
jährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche mac
den Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 21
bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden
Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gem
auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthalt
Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten B
ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat†). In diesen europäischen Verzeichnissen
die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 1
gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem hal
Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, beson
binaren Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische
physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 gesc
werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche He
meter beobachteten, die von Argelander) zu Åbo (1827—1835), von Encke und G
zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Cat
gue von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit ein
17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bew
nete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractio
Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bah
bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wich
aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig im
mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für u
Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobacht
ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optisch
nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewe
ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl
Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein
meinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der E
und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Tra
ten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verh
niß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung

* Struve, Mensurae micrometr. p. XL und p. 2[illegible] [illegible] Mädler in Schum. Jahrb. 18[illegible] S. [illegible]

† Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape [illegible] Hope [illegible] p. [illegible]

‡ [illegible] und 242

§ Argelander [illegible] eine große Zahl von [illegible] DLX Stellarum [illegible] anno 1830 [illegible] Observ. Aboae habitis Helsingforsiae 1835. [illegible] Mädler [illegible] S. 625 Die Zahl [illegible] in der Nordhemisphäre des Him[illegible] einfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert*) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $^1/_{16}$, das neueste bereits $^1/_9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $^3/_4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke ‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder $^1/_5$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $^4/_5$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ι Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ‖) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß ¶) ergänzenden, sogen[illegible] su[illegible]jectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schw[illegible] Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht gen[illegible] weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist.

---

*) Die Zahl der Firsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 394, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind: giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John Herschel, Capreise p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

‖) John Herschel, Outlines of [illegible]

¶) Zwei Gläser, welche Complemen[illegible] stellen, dienen dazu, wenn man dieselbe[illegible] legt, weiße Sonnenbilder zu geben. Me[illegible] sich, während meines langen Aufenthalts a[illegible] ser Sternwarte, dieses Mittels mit vielem V[illegible] der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnen[illegible] sen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: [illegible] mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit [illegible] lett. „Lorsqu' une lumière forte se trouve aup[illegible] d'une lumière faible, la dernière prend la tein[illegible] *complémentaire* de la première. C'est là le co[illegible] *traste:* mais comme le rouge n'est presque jam[illegible] pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge [illegible] complémentaire du bleu. Les couleurs voisines [illegible] Spectre solaire se substituent." (Arago, Handschr. von 1847.)

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch ver kommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentl specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der (1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. selben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen terhalb 32″, von welchen nur etwa 1/6 früher gesehen worden war. Um diese Arbe vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne unters Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere un beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines jährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche ma den Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2 bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worde Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gem auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthal Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat‡). In diesen europäischen Verzeichnissen die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem ha Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, beson binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 ges werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche H meter beobachteten, die von Argelander ||) zu Åbo (1827—1835), von Encke und C zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Cat gus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit e 17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das be nete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractio Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Ba bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wich aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig in mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobach ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optisc nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewe ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein meinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Tra ten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verh niß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung

---

*) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234 —248. Es sind im ganzen 2641+146, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 61).

†) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capreise) p. 165–303.

‡) A. a. O. p. 167 und 242.

||) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener B gung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stell fixarum positiones mediae ineunte anno 1830 observ. Aboae habitis (Helsingforsiae 1835). 600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl d Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Him neu entdeckten vielfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert *) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab 1/16, das neueste bereits 1/9 für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von 3/4 Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke ‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder 1/5 des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf 4/5 der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ι Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ||) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß ¶) ergänzenden, sogenannten subjectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches w[illegible] Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert [illegible] weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist. Arag[illegible]

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 394, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind: giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John Herschel, Capreise p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

||) John Herschel, Outlines of Ast[illegible]

¶) Zwei Gläser, welche Complementar[illegible] stellen, dienen dazu, wenn man dieselben [illegible] legt, weiße Sonnenbilder zu geben. Mein[illegible] sich, während mein[illegible] Aufenthalts a[illegible] ser Sternwarte, [illegible] mit vielem V[illegible] der Blendgläser [illegible] von Sonne[illegible] sen und Sonn[illegible] Man wähl[illegible] mit Grün, [illegible] Grün m[illegible] lett. „Lorsq[illegible] se trouve [illegible] d'une lumière [illegible] prend la [illegible] complémentaire [illegible] c'est là lo[illegible] traste: mais co[illegible] presque j[illegible] pur, on peut tou[illegible] le rou[illegible] complémentaire d[illegible] voisin[illegible] Spectre solaire se [illegible] von 1847.)

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch ver
kommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentl
specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der
(1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte
erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820.
selben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen
terhalb 32″, von welchen nur etwa 1/6 früher gesehen worden war. Um diese Arbe
vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne unters
Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige W
Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere un
beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines
jährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche ma
den Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2
bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worde
Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gem
auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthal
Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten
ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat‡). In diesen europäischen Verzeichnissen
die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom
gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem ha
Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, beson
binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische
physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 ges
werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche H
meter beobachteten, die von Argelander ‖) zu Åbo (1827—1835), von Encke und G
zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Cat
gus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit e
17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das ber
nete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractio
Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Ba
bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wich
aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig im
mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für u
Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobach
ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optisch
nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Beweg
ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl
Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein
meinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der
und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Tra
ten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verh
niß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung

---

*) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234—248. Es sind im ganzen 2641+146, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 64).

†) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capreise) p. 165–303.

‡) A. a. O. p. 167 und 242.

‖) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener B
gung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stella
fixarum positiones mediae ineunte anno 1830
observ. Aboae habitis (Helsingforsiae 1825).

600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl d
Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Him
neu entdeckten vielfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit **Gewißheit** beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder **wahrscheinlich** gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert *) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $^1/_{16}$, das neueste bereits $^1/_9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem **scheinbaren Himmelsgewölbe**, ist numerisch noch wenig ergründet. In der **Richtung** gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um **vieles geringer** ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $^3/_4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke ‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von **derselben und gleich intensiver** Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz **verschiedenartigen** Farben waren 120, oder $^1/_5$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $^4/_5$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die **Hälfte** jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ι Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ||) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf **Complementar-Farben** (auf die sich zu Weiß ¶) **ergänzenden**, sogenannten **subjectiven**) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein **schwaches** [illegible] Licht **grün** erscheint, wenn ein **starkes** (intensives) **rothes** Licht genähert [illegible] **weiße** Licht wird **blau**, wenn das stärkere umgebende Licht **gelblich** ist. Ara[illegible]

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen **Stellungsverschiedenheit** beobachtet worden ist. **Mädler**, Astr. S. 394, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind: giebt **Struve** in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. **Struve** über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John **Herschel**, Capreise p. 166.

‡) **Struve**, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

||) John **Herschel**, Outlines of Ast[illegible]

¶) Zwei Gläser, welche Complementa[illegible] stellen, dienen dazu, wenn man dieselben [illegible] legt, weiße Sonne[illegible] zu geben. Mei[illegible] sich, während mei[illegible] Aufenthalts a[illegible] ser Sternwarte, [illegible] mit vielem [illegible] der Blendgläse[illegible] von Sonne[illegible] sen und Sonn[illegible] Man wäh[illegible] mit Grün, [illegible] Grün m[illegible] lett. „Lors[illegible] se trouv[illegible] d'une lumière [illegible] prend la [illegible] *complémentaire* [illegible] C'est là l[illegible] *traste:* mais co[illegible] presque ja[illegible] pur, on peut to[illegible] le roug[illegible] complémentaire [illegible] voisin[illegible] Spectre solaire se [illegible] von 1847.)

Nach William Herschel haben mit bewunderungswürdiger Thätigkeit, und durch ver
kommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentl
specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der
(1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte
erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820.
selben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen
terhalb 32″, von welchen nur etwa $1/6$ früher gesehen worden war. Um diese Arbe
vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne unters
Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige W
Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere un
beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines
jährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche ma
den Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2
bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worde
Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gem
auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthal
Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten
ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat‡). In diesen europäischen Verzeichnissen
die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom
gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem ha
Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, beson
binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische
physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 ges
werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche H
meter beobachteten, die von Argelander ||) zu Åbo (1827—1835), von Encke und G
zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Cat
gus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit ei
17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das ber
nete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractio
Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Ba
bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wich
aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig im
mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für
Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobach
ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optisch
nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewe
ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl
Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein
meinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der
und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Tra
ten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verh
niß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung

---

*) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234—248. Es sind im ganzen 2641+146, also 2787 beobachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb. 1839 S. 64).

†) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope (Capreise) p. 165–303.

‡) A. a. O. p. 167 und 242.

||) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener B
gung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stella
fixarum positiones mediae ineunte anno 1830
observ. Aboae habitis (Helsingforsiae 1835).
600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl d
Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Him
neu entdeckten vielfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert *) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $1/16$, das neueste bereits $1/9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $3/4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden †).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke ‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder $1/5$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $4/5$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ι Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ||) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß ¶) ergänzenden, sogenannten subjectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches weißes Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist. Arago hat aber

---

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 394, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind: giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John Herschel, Capreise p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

||) John Herschel, Outlines of Astr. p. 579.

¶) Zwei Gläser, welche Complementar-Farben darstellen, dienen dazu, wenn man dieselben auf einander legt, weiße Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat sich, während meines langen Aufenthalts auf der Pariser Sternwarte, dieses Mittels mit vielem Vortheil statt der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett. „Lorsqu' une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte *complémentaire* de la première. C'est là le *contraste:* mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent." (Arago, Handschr. von 1847.)

mit Vorsicht daran erinnert, daß, wenn auch bisweilen die grüne oder blaue Färbung des Begleiters eine Folge des **Contrastes** ist, man doch im ganzen keinesweges das reale Dasein grüner oder blauer Sterne läugnen könne*). Er giebt Beispiele, in denen ein hellleuchtender weißer Stern (1527 Leonis, 1768 Can. ven.) von einem kleinen blauen Stern begleitet ist; wo in einem Sternpaar (δ Serp.) beide, der Hauptstern und sein Begleiter, blau sind†): er schlägt vor, um zu untersuchen, ob die contrastirende Färbung nur subjectiv sei, den Hauptstern im Fernrohr (sobald der Abstand es erlaubt) durch einen Faden oder ein Diaphragma zu verdecken. Gewöhnlich ist nur der kleinere Stern der blaue; anders ist es aber im Sternpaar 23 Orionis (696 des Cat. von Struve p. LXXX); in diesem ist der Hauptstern bläulich, der Begleiter rein weiß. Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verschiedenfarbigen Sonnen von uns unsichtbaren Planeten umgeben; so müssen letztere, verschiedenartig erleuchtet, ihre **weißen, blauen, rothen** und **grünen** Tage haben‡).

So wenig, wie wir schon oben||) gezeigt haben, die **periodische Veränderlichkeit** der Sterne nothwendig an die rothe oder röthliche Farbe derselben gebunden ist, eben so wenig ist Färbung im allgemeinen oder eine **contrastirende** Verschiedenheit der Farbentöne zwischen dem Hauptstern und dem Begleiter den **vielfachen** Sternen eigenthümlich. Zustände, weil wir sie häufig hervorgerufen finden, sind darum nicht die allgemein nothwendigen Bedingungen der Erscheinungen: sei es des periodischen Lichtwechsels, sei es des Kreisens in partiellen Systemen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Eine sorgfältige Untersuchung der hellen Doppelsterne (Farbe ist noch bei Sternen 9ter Größe zu bestimmen) lehrt, daß außer dem reinen Weiß auch alle Farben des Sonnenspectrums in den Doppelsternen gefunden werden; daß aber der Hauptstern, wenn er nicht weiß ist, sich im allgemeinen dem rothen Extrem (dem der weniger refrangiblen Strahlen) nähert, der Begleiter dem violetten Extrem (der Grenze der am meisten refrangiblen Strahlen). Die röthlichen Sterne sind doppelt so häufig als die blauen und bläulichen, die weißen sind ohngefähr 2½mal so zahlreich als die rothen und röthlichen. Merkwürdig ist es auch, daß gewöhnlich ein großer Unterschied der Farbe mit einem bedeutenden Unterschied in der Helligkeit verbunden ist. In zwei Sternpaaren, die wegen ihrer großen Helligkeit in starken Fernröhren bequem bei Tage gemessen werden können, in ζ Bootis und γ Leonis, besteht das erstere Paar aus 2 weißen Sternen 3^m und 4^m, das letztere aus einem Hauptstern 2^m und einem Begleiter von $3^m,5$. Man nennt diesen den schönsten Doppelstern des nördlichen Himmels, während daß α Centauri¶) und α Crucis am südlichen Himmel alle anderen

---

*) **Arago** in der Connaissance des tems pour l'an 1828 p. 299–300; in dem Annuaire pour 1834 p. 246–250, pour 1842 p. 347–350. „Les exceptions que je cite, prouvent que j'avais bien raison en 1825 de n'introduire la notion physique du *contraste* dans la question des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserve. Le bleu est la couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des observations recueillies jusqu' ici que le firmament est non seulement parsemé de soleils *rouges* et *jaunes*, comme le savaient les anciens, mais encore de soleils *bleus* et *verts*. C'est au tems et à des observations futures à nous apprendre si les étoiles vertes et bleues ne sont pas des soleils déjà en voie de décroissance; si les différentes nuances de ces astres n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différens degrés; si la teinte, avec excès de rayons les plus réfrangibles, que présente souvent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbante d'une atmosphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairement beaucoup plus brillante, qu'elle accompagne." (**Arago** im Annuaire pour 1834 p. 295–301.)

†) **Struve** (über Doppelsterne nach Dorpater Beobachtungen 1837 S. 33–36 und Mensurae microm. p. LXXXIII) zählt 63 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläulich sind und bei denen also die Farbe nicht Folge des Contrastes sein kann. Wenn man gezwungen ist die Farben-Angaben desselben Sternpaares von verschiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; so wird es besonders auffallend, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptsternes von Einem Beobachter **blau**, von anderen **grün** genannt worden ist.

‡) **Arago** im Annuaire pour 1834 p. 302.

||) **Kosmos** Buch III. S. 450–455.

¶) „This superb double star (*α Cent.*) is beyond all comparison the most striking object of the kind in the heavens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or orange colour, though that of the smaller is of a somewhat more sombre and brownish cast." Sir John **Herschel**, Capreise p. 300. Nach den schönen Beobachtungen von Capitän **Jacob** (Bombay Engineers, in den Jahren 1846–1848) ist aber der Hauptstern 1^m, der Begleiter $2^m,5$ bis 3^m geschätzt; Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVI. 1849 p. 451.

Doppelsterne an Glanz übertreffen. Wie in ζ Bootis, bemerkt man in α Centauri und γ Virginis die seltene Zusammenstellung zweier großer Sterne von wenig ungleicher Lichtstärke.

Ueber das Veränderliche der Helligkeit in vielfachen Sternen, besonders über Veränderlichkeit der Begleiter, herrscht noch nicht einstimmige Gewißheit. Wir haben schon oben mehrmals*) der etwas unregelmäßigen Veränderlichkeit des Glanzes vom gelbrothen Hauptstern α Herculis erwähnt. Auch der von Struve (1831 — 1833) beobachtete Wechsel der Helligkeit der nahe gleichen und gelblichen Sterne (3^m), des Doppelsternes γ Virginis und Anon. 2718, deutet vielleicht auf eine sehr langsame Achsendrehung beider Sonnen †). Ob in Doppelsternen je eine wirkliche Farbenveränderung vorgegangen sei (γ Leonis und γ Delphini?); ob in ihnen weißes Licht farbig wird, wie umgekehrt im isolirten Sirius farbiges Licht weiß geworden ist: bleibt noch unentschieden ‡); und wenn die bestrittenen Unterschiede sich nur auf schwache Farbentöne beziehen, so ist auf die organische Individualität der Beobachter und, wo nicht Refractoren angewandt werden, auf den oft röthenden Einfluß der Metallspiegel in den Telescopen Rücksicht zu nehmen.

Unter den mehrfachen Systemen finden sich: dreifache (ξ Librae, ζ Cancri, 12 Lyncis, 11 Monoc.); vierfache (102 und 2681 des Struvischen Catalogs, α Andromedae, ε Lyrae); eine sechsfache Verbindung in ϑ Orionis, dem berühmten Trapezium des großen Orion-Nebels: wahrscheinlich einem einigen physischen Attractions-System, weil die 5 kleineren Sterne (6^m,3; 7^m; 8^m; 11^m,3 und 12^m) der Eigenbewegung des Hauptsternes (4^m,7) folgen. Veränderung in der gegenseitigen Stellung ist aber bisher nicht bemerkt worden ||). In 2 dreifachen Sternpaaren, ξ Librae und ζ Cancri, ist die Umlaufs-Bewegung beider Begleiter mit großer Sicherheit erkannt worden. Das letztere Paar besteht aus 3 an Helligkeit wenig verschiedenen Sternen 3ter Größe, und der nähere Begleiter scheint eine 10fach schnellere Bewegung als der entferntere zu haben.

Die Zahl der Doppelsterne, deren Bahn-Elemente sich haben berechnen lassen, wird gegenwärtig zu 14 bis 16 angegeben ¶). Unter diesen hat ζ Herculis seit der Zeit der ersten Entdeckung schon zweimal seinen Umlauf vollendet, und während desselben (1802 und 1831) das Phänomen der scheinbaren Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen Fixstern dargeboten. Die frühesten Berechnungen der Doppelstern-Bahnen verdankt man dem Fleiße von Savary (ξ Ursae maj.), Encke (70 Ophiuchi) und Sir John Herschel; ihnen sind später Bessel, Struve, Mädler, Hind, Smyth und Capitän Jacob gefolgt. Savary's und Encke's Methoden fordern 4 vollständige, hinreichend weit von einander entfernte Beobachtungen. Die kürzesten Umlaufs-Perioden sind von 30, 42, 58 und 77 Jahren: also zwischen den planetarischen Umlaufszeiten des Saturn und Uranus; die längsten, mit einiger Sicherheit bestimmten, übersteigen 500 Jahre, d. i. sie sind ohngefähr gleich dem dreimaligen Umlauf von Le Verrier's Neptun. Die Excentricität der elliptischen Doppelstern-Bahnen ist nach dem, was man bis jetzt erforscht hat, überaus beträchtlich: meist cometenartig von 0,62 (σ Coronae) bis 0,95 (α Centauri) anwachsend. Der am wenigsten excentrische innere Comet, der von Faye, hat die Excentricität 0,55: eine geringere als die Bahn der eben genannten zwei Doppelsterne. Auffallend geringere Excentricitäten bieten η Coronae (0,29) und Castor (0,22 oder 0,24) nach Mädler's und Hind's Berechnungen dar. In diesen Doppelsternen werden von den beiden Sonnen Ellipsen beschrieben, welche denen zweier der kleinen Hauptplaneten unseres Sonnensystems (den Bahnen der Pallas: 0,24; und Juno: 0,25) nahe kommen.

---

*) Kosmos Buch III. S. 472, 479 u. 472 Anm.
†) Struve über Doppelst. nach Dorp. Beob. S. 33.
‡) A. a. O. S. 36.
||) Mädler Astr. S. 517; John Herschel, Outl. p. 568.
¶) Vergl. Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. I. S. 225–275, Th. II. S. 235–240; derselbe in der Astr. S. 541; John Herschel, Outl. p. 573.

Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufszeit gleich; denn die von der Geschwi
digkeit des Lichts verursachten Ungleichheiten heben sich gegenseitig auf. Aus die
Verhältnissen der Dauer nun lassen sich, nach Savary's sinnreicher Methode, wenn Ta
und Theile der Tage in ein Längenmaaß verwandelt werden (3589 Millionen geogr. M
len durchläuft das Licht in 24 Stunden), die absolute Größe des Halbmessers d
Bahn, und durch die einfache Bestimmung des Winkels, unter welchem der Halbmes
sich dem Beobachter darbietet, die Entfernung des Centralkörpers und seine Para
lare ableiten*).

Wie die Bestimmung der Parallare uns über die Abstände einer geringen Zahl von F
sternen und über die ihnen anzuweisende Stelle im Weltraume belehrt; so leitet die Ken
niß des Maaßes und der Richtung eigener Bewegung, d. h. der Veränderungen, wel
die relative Lage selbstleuchtender Gestirne erfährt, auf zwei von einander abhängige P
bleme: die der Bewegung des Sonnensystems†) und der Lage des Schwerpunkts
ganzen Fixsternhimmels. Was sich bisher nur sehr unvollständig auf Zahlenverhältn
zurückführen läßt, ist schon deshalb nicht geeignet den ursachlichen Zusammenhang
Klarheit zu offenbaren. Von den beiden eben genannten Problemen hat nur das er
besonders nach Argelander's trefflichen Untersuchungen, mit einem gewissen Grade bef
digender Bestimmtheit gelöst werden können; das zweite, mit vielem Scharfsinn von M
ler behandelt, entbehrt, bei dem Spiel so vieler sich ausgleichenden Kräfte, nach dem eigen
Geständniß dieses Astronomen‡) in der unternommenen Lösung, „aller Evidenz eines vo
ständigen, wissenschaftlich genügenden Beweises."

Wenn sorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutat
der Erdachse, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeu
ten parallactischen Veränderung angehört; so ist in der übrig bleibenden jährlichen Be
gung der Fixsterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translati
des ganzen Sonnensystems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eig
bewegung der Fixsterne ist. In der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in sei
großen Abhandlung vom Jahre 1748, findet sich die erste Ahndung der Translation
Sonnensystems und gewissermaßen auch die Angabe der vorzüglichsten Beobachtungs-M
thode. „Wenn man erkennt," heißt es dort ||), „daß unser Planetensystem sein
Ort verändert im absoluten Raume, so kann daraus in der Zeitfolge eine sche
bare Variation in der Angular-Distanz der Fixsterne sich ergeben. Da nun in diesem F
die Position der uns näheren Gestirne mehr als die der entfernteren betheiligt ist; so w
den die relativen Stellungen beider Classen von Gestirnen zu einander verändert schein
obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben sind. Wenn dagegen unser Sonnensystem
Ruhe ist und einige Sterne sich wirklich bewegen, so werden sich auch ihre scheinbaren P
sitionen verändern: und zwar um so mehr, als die Bewegungen schneller sind, als
Sterne in einer günstigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde sich befind
Die Veränderung der relativen Position kann von einer so großen Zahl von Ursachen
hangen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Gesetzliche
kennen wird."

Nachdem seit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wa
scheinlichkeit der Bewegung des Sonnensystems in den Schriften von Tobias Mayer, La
bert und Lalande erörtert worden war, hatte William Herschel das Verdienst, zuerst
Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befestigen. Er fa
was durch viele spätere und genauere Arbeiten bestätigt und näher begrenzt worden

---

*) Savary in der Connaissance des tems pour 1830 p. 56–69 und p. 163–171, und Struve a. a. O. p. CLXIV.

†) Kosmos Buch I. S. 72 und Anm.

‡) Mädler, Astronomie S. 414.

||) Arago hat (Annuaire pour 1842 p. 383) erst auf diese merkwürdige Stelle Bradley's aufmerk gemacht. Vergl. in demselben Annuaire den Absch über die Translation des ganzen Sonnensystems p. –399.

daß unser Sonnensystem sich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in RA. 260° 44′ und nördlicher Decl. 26° 16′ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Untersuchungen) für 1800: RA. 257° 54′,1, Decl. + 28° 49′,2; für 1850: RA. 258° 23′,5, Decl. + 28° 45′,6; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: RA. 261° 26′,9, Decl. + 37° 35′,5; für 1850: 261° 52′,6, Decl. 37° 33′,0. Nach Gauß*) fällt die gesuchte Stelle in ein Viereck, dessen Endpunkte sind: RA. 258° 40,′ Decl. 30° 40′; 258° 42′ + 30° 57′; 259° 13′ + 31° 9′; 260° 4′ + 30° 32′. Es blieb noch übrig zu versuchen, welches Resultat man erhalten würde, wenn man allein solche Sterne der südlichen Hemisphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieser Untersuchung hat Galloway einen besonderen Fleiß gewidmet. Er hat sehr neue Bestimmungen (1830) von Johnson auf St. Helena und von Henderson am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Bestimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Resultat †) ist gewesen (für 1790) RA. 260° 0′, Decl. 34° 23′; also für 1800 und 1850: 260° 5′ + 34° 22′ und 260° 33′ + 34° 20′. Diese Uebereinstimmung mit den Resultaten aus den nördlichen Sternen ist überaus befriedigend.

Ist demnach die Richtung der fortschreitenden Bewegung unseres Sonnensystems innerhalb mäßiger Grenzen bestimmt worden, so entsteht sehr natürlich die Frage: ob die Fixsternwelt, gruppenweise vertheilt, nur aus neben einander bestehenden Partial-Systemen zusammengesetzt sei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreisen aller selbstleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Masse ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müsse. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: solcher, denen man zwar eine wissenschaftliche Form geben kann, die aber keinesweges, bei der Unvollständigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren sich andere Theile der Astronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematischen Behandlung solcher schwer lösbaren Probleme steht besonders entgegen unsere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenlosen Menge sehr kleiner Sterne (10m—14m), welche vornehmlich in dem so wichtigen Theile der Sternschicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchstraße, zwischen hellleuchtenden zerstreut erscheinen. Die Betrachtung unserer Planetenkreise, in welchen man von den kleinen Partial-Systemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnensysteme, aufsteigt, hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man sich die Fixsterne auf eine analoge Weise, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch weite Zwischenräume geschieden, wiederum (in höherer Beziehung solcher Gruppen gegen einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer eigenen Weltsonne) unterworfen denken könne ‡). Die hier berührte, auf die Analogie unseres Sonnensystems gestützte Schlußfolge ist aber durch die bisher beobachteten Thatsachen widerlegt. In den vielfachen Sternen kreisen zwei oder mehrere selbstleuchtende Gestirne (Sonnen) nicht um einander, sondern um einen weit außer ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unserem Planetensysteme in so fern etwas ähnliches statt, als die Planeten sich auch nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers selbst, sondern um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt aller Massen des Systems bewegen. Dieser gemeinsame Schwerpunkt aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieser Fall tritt häufiger ein) außerhalb dieses Umfanges ||). Der

---

*) Nach einem Briefe an mich, s. Schum. Astr. Nachr. No. 622 S. 348.

†) Galloway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

‡) Von dem Werth und Unwerth solcher Ansichten handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnensystems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 39.

||) Vergl. Kosmos Buch I. S. 72 und Anm. — (Mädler, Astr. S. 400).

Schwerpunkt, welcher in den Doppelsternen leer ist, ist demnach im Sonnensysteme bald leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Möglichkeit der Annahme eines dunkeln Centralkörpers im Schwerpunkt der Doppelsterne, oder ursprünglich dunkler, aber schwach durch fremdes Licht erleuchteter, um sie kreisender Planeten ausgesprochen; gehört in das vielfach erweiterte Reich der mythischen Hypothesen.

Ernster und einer gründlichen Untersuchung würdiger ist die Betrachtung: daß, unter der Voraussetzung einer Kreisbewegung sowohl für unser ganzes seinen Ort veränderndes Sonnensystem als für alle Eigenbewegungen der so verschieden entfernten Fixsterne, das Centrum der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müsse*), nach welchem unser Sonnensystem sich hinbewegt. In dieser Ideenverbindung wird die Lage der mit starker oder sehr schwacher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorsicht und dem ihm eigenen Scharfsinn den Grad der Wahrscheinlichkeit geprüft, mit der man in unserer Sternschicht ein allgemeines Centrum der Attraction in der Constellation des Perseus†) suchen könne. Mädler, die Annahme der Existenz eines zugleich an Masse überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, sucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe, und zwar in der Mitte dieser Gruppe, in oder nahe‡) dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es ist hier nicht der Ort, die Wahrscheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung‖) einer solchen Hypothese zu erörtern. Dem so ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienst, bei seiner mühevollen Arbeit die Position und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixsternen geprüft und zugleich Untersuchungen angeregt zu haben, welche, wenn sie auch nicht sicher zur Lösung des großen Problems selbst führen, doch geeignet sind, Licht über verwandte Gegenstände der physischen Astronomie zu verbreiten.

VI.

Die vielfachen oder Doppelsterne. — Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixstern-Systeme von den geahndeten allgemeineren, höheren, zu den speciellen, niederen, herabsteigt; so gewinnt man einen festeren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelsterne gehören, sind mehrere selbstleuchtende Welt-

*) Argelander a. a. O. S. 42; Mädler, Centralsonne S. 9 und Astr. S. 403.

†) Argelander a. a. O. S. 43 und in Schum. Astr. Nachr. No. 566. Nicht durch numerische Untersuchungen geleitet, sondern nach phantasiereichen Ahndungen hatten früh schon Kant den Sirius, Lambert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centralkörper unserer Sternenschicht erklärt. Struve, Astr. stell. p. 17 no. 19.

‡) Mädler, Astr. S. 380, 400, 407 und 414; dessen Centralsonne 1846 S. 44–47; dessen Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 183–185. (Alcyone liegt RA. 54° 30′, Decl. 23° 36′ für das Jahr 1840.) Wäre die Parallaxe der Alcyone wirklich 0″,0065; so würde ihre Entfernung 31½ Millionen Halbmesser der Erdbahn betragen, sie also 50mal entfernter von uns sein, als nach Bessel's ältester Bestimmung der Abstand des Doppelsterns 61 Cygni ist. Das Licht, welches in 8′ 18″,2 von der Sonne zur Erde kommt, würde dann 500 Jahre von der Alcyone zur Erde brauchen. Die Phantasie der Griechen gefiel sich in wilden Schätzungen von Fallhöhen. In des Hesiodus Theogonia v. 722–725 heißt es vom Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte dereinst ein eherner Ambos fiele vom Himmel herab, am zehenten käm' er zur Erde ....." Der Fallhöhe in 777600 Zeitsecunden entsprechen für den Amboß 77356 geogr. Meilen (mit Rücksicht auf die, in planetarischen Entfernungen starke Abnahme der Anziehungskraft der Erde nach Galle's Berechnung), also das 1½fache der Entfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Ilias I, 592 fiel Hephästos schon in Einem Tage auf Lemnos herab, und „athmete nur noch ein wenig". Die Länge der vom Olymp zur Erde herabhangenden Kette, an der alle Götter versuchen sollen, den Zeus herabzuziehen (Ilias VIII, 18), bleibt unbestimmt; es ist nicht ein Bild der Himmelshöhe, sondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

‖) Vergl. die Zweifel von Peters in Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herschel in den Outl. of Astr. p. 589: „In the present defective state of our knowledge respecting the proper motion of the smaller stars, we cannot but regard all attempts of the kind as to a certain extent premature, though by no means to be discouraged as forerunners of something more decisive."

körper (Sonnen) durch gegenseitige Anziehung mit einander verbunden, und diese Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geschlossenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelsterne *) erkannte, waren solche Bewegungen in geschlossenen Curven nur in unserem planetenreichen Sonnensystem bekannt. Auf diese scheinbare Analogie wurden voreilig Schlüsse gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelstern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine sehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht gestattet (wie in Castor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); so mußte diese Benennung sehr natürlich zwei Classen von Sternpaaren begreifen: solche, die durch ihre zufällige Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert scheinen, aber ganz verschiedenen Abständen und Sternschichten zugehören; und solche, welche, einander näher gerückt, in gegenseitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechselwirkung zu einander stehen und demnach ein eigenes, partielles Sternsystem bilden. Die ersteren nennt man nach nun schon langer Gewohnheit optische, die zweite Classe physische Doppelsterne. Bei sehr großer Entfernung und bei Langsamkeit der elliptischen Bewegung können mehrere der letzteren mit den ersteren verwechselt werden. Alcor, mit dem die arabischen Astronomen sich viel beschäftigt haben, weil der kleine Stern bei sehr reiner Luft und scharfen Gesichtsorganen dem bloßen Auge sichtbar wird, bildet (um hier an einen sehr bekannten Gegenstand zu erinnern) mit ζ im Schwanz des Großen Bären im weitesten Sinne des Worts eine solche optische Verbindung ohne nähere physische Abhängigkeit. Von der Schwierigkeit des Trennens, welche dem unbewaffneten Auge darbieten die sehr ungleiche Licht-Intensität nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberstrahlung und der Sternschwänze, wie die organischen Fehler, die das undeutliche Sehen hervorbringen, habe ich schon oben im 2ten und 3ten Abschnitte gehandelt †).

Galilei, ohne die Doppelsterne zu einem besonderen Gegenstande seiner telescopischen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die große Schwäche seiner Vergrößerungen würde gehindert haben), erwähnt in einer berühmten, schon von Arago bezeichneten Stelle der Giornata terza seiner Gespräche den Gebrauch, welchen die Astronomen von optischen Doppelsternen (quando si trovasse nel telescopio qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle maggiori) zur Auffindung einer Fixstern-Parallaxe machen könnten ‡). Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den Sternverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt, wenn man diejenigen ausschließt, welche weiter als 32″ von einander abstehen; jetzt, hundert Jahre später, sind (Dank sei es hauptsächlich den großen Arbeiten von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in beiden Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten ||) beschriebenen Doppelsternen gehören: ζ Ursae maj. (7. Sept. 1700 von Gottfried Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α Geminorum (1719), 61 Cygni (1753, wie die beiden vorigen, von Bradley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), p Ophiuchi, ζ Cancri . . . . . .

Es vermehrten sich allmälig die aufgezählten Doppelsterne: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis zum Sterncatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei scharfsinnig ahndende und combinirende Denker, Lambert („Photometria" 1760; „Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst Doppelsterne, verbreiteten aber zuerst richtige Ansich-

*) Vergl. Kosmos Buch I. S. 73 und Anm. (Struve über Doppelsterne nach Dorpater Micrometer-Messungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

†) Kosmos Buch III. S. 408–411, u. Anm., 450 und 451. Als merkwürdige Beispiele von der Schärfe der Sehorgane ist noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Möstlin mit bloßen Augen 14, und schon einige der Alten 9 Sterne in dem Siebengestirn mit bloßen Augen erkannten. (Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. S. 36.)

‡) Kosmos Buch III. S. 486. Auch Dr. Gregory von Edinburg empfiehlt 1675 (also 33 Jahre nach Galilei's Hinscheiden) dieselbe parallactische Methode; vergl. Thomas Birch, Hist. of the Royal Soc. Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748) spielt auf diese Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

||) Mädler, Astr. S. 477.

ten über die Attractions-Beziehungen der Sterne in partiellen **binären** Systemen. Lambert wagte wie Kepler die Vermuthung, daß die fernen Sonnen (Firsterne) wie die unsrige von **dunkeln** Weltkörpern, Planeten und Cometen umgeben seien; von den einander nahe stehenden Firsternen aber glaubte *) er, so sehr er auch sonst zur Annahme dunkler Centralkörper geneigt scheint, „daß sie in einer nicht zu langen Zeit eine Revolution um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt vollendeten." Michell †), der von Kant und Lambert's Ideen keine Kenntniß hatte, wandte zuerst und mit Scharfsinn die Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf enge Sterngruppen, besonders auf vielfache Sterne, binäre und quaternäre, an; er zeigte, wie 500000 gegen 1 zu wetten sei, daß die Zusammenstellung von 6 Hauptsternen der Plejaden nicht vom Zufall herrühre, daß vielmehr ihre Gruppirung in einer inneren Beziehung der Sterne gegen einander gegründet sein müsse. Er ist der Existenz von leuchtenden Sternen, die sich um einander bewegen, so gewiß, daß er diese partiellen Sternsysteme zu sinnreicher Lösung einiger astronomischen Aufgaben anzuwenden vorschlägt ‡).

Der Mannheimer Astronom Christian Mayer hat das große Verdienst, auf dem sicheren Wege wirklicher Beobachtungen die Doppelsterne zuerst (1778) zu einem besonderen Ziele seiner Bestrebungen erhoben zu haben. Die unglücklich gewählte Benennung von **Firstern-Trabanten** und die Beziehungen, welche er zwischen Sternen zu erkennen glaubte, die von Arcturus 2° ½ bis 2° 55′ abstehen, setzten ihn bitteren Angriffen seiner Zeitgenossen, und unter diesen dem Tadel des großen und scharfsinnigen Mathematikers Nicolaus Fuß, aus. Das Sichtbar-Werden dunkler planetarischer Körper in reflectirtem Lichte war bei so ungeheurer Entfernung allerdings unwahrscheinlich. Man achtete nicht auf die Resultate sorgfältig angestellter Beobachtungen, weil man die systematische Erklärung der Erscheinungen verwarf; und doch hatte Christian Mayer in einer Vertheidigungsschrift gegen den Pater Maximilian Hell, Director der kaiserlichen Sternwarte zu Wien ausdrücklich erklärt: daß die kleinen Sterne, welche den großen so nahe stehen, entweder erleuchtete, an sich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der Hauptstern und sein Begleiter, zwei um einander kreisende, selbstleuchtende Sonnen seien." Das Wichtige von Christian Mayer's Arbeit ist lange nach seinem Tode von Struve und Mädler dankbar und öffentlich anerkannt worden. In seinen beiden Abhandlungen: **Vertheidigung neuer Beobachtungen von Firsterntrabanten** (1778) und Diss. de novis in coelo sidereo phaenomenis (1779) sind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beschrieben,

---

*) **Arago** im Annuaire pour 1842 p. 400.

†) An inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed Stars, from the quantity of Light which they afford us, and the particular circumstances of their situation, by the Rev. John Michell: in den Philos. Transact. Vol. LVII p. 234–261.

‡) **John Michell** a. a. O. p. 238: „If it should hereafter be found that any of the stars have others revolving about them (for no satellites by a borrowed light *could possibly be visible*), we should then have the means of discovering ......" Er läugnet in der ganzen Discussion, daß einer der zwei kreisenden Sterne ein dunkler, fremdes Licht reflectirender Planet sein könne, weil beide **uns** trotz der Ferne sichtbar werden. Er vergleicht die Dichtigkeit beider, von denen er den größeren den Central star nennt, mit der Dichtigkeit unserer **Sonne**, und bezieht das Wort **Satellit** nur auf die Idee des Kreisens, auf die einer wechselseitigen Bewegung; er spricht von der „greatest apparent elongation of those stars, that revolved about the others as satellites." Ferner heißt es p. 243 und 249: „We may conclude with the highest probability (the odds against the contrary opinion being many million millions to one) that stars form a kind of system by mutual gravitation. It is highly probable in particular, and next to a certainty in general, that such double stars as appear to consist of two or more stars placed near together, are under the influence of some general law, such perhaps as gravity ...." Vergl. auch **Arago** im Annuaire 1834 p. 308, Ann. 1842 p. 400.) Den numerischen Resultaten der Wahrscheinlichkeits-Rechnung, welche Michell angiebt, muß man einzeln keine große Sicherheit zuschreiben: da die Voraussetzungen, daß es 230 Sterne am ganzen Himmel gebe, welche an Lichtstärke dem β Capricorni, und 1500, welche der Lichtstärke der 6 größeren Plejaden gleich seien, keine Richtigkeit haben. Die geistreiche cosmologische Abhandlung von John Michell endigt mit dem sehr gewagten Versuch einer Erklärung des Funkelns der Firsterne durch eine Art von „Pulsation in materiellen Lichtausstößen": einer nicht glücklicheren als die, welche Simon Marius, einer der Entdecker der Jupiterstrabanten (**Kosmos** Buch II. S. 363 u. Anm.), am Ende seines Mundus Jovialis (1614) gegeben hatte. Michell hat aber das Verdienst, darauf aufmerksam gemacht zu haben (p. 263), daß das Funkeln immer mit Farbenveränderung verbunden ist: „besides their brightness there is in the twinkling of the fixed stars a change of colour." (S. **Kosmos** Buch III. S. 421 und 422.)

unter denen 67 einen geringeren Abstand als 32″ haben. Die meisten derselben sind von Christian Mayer neu entdeckt durch das vortreffliche achtfüßige Fernrohr der Mannheimer Mauerquadranten; „manche gehören noch jetzt zu den schwierigsten Objecten, welche nur kräftige Instrumente darzustellen vermögen: wie ρ und 71 Herculis, ε Lyrae und ω Piscium.“ Mayer maß freilich nur am Meridian-Instrumente (wie man aber noch lange nach ihm gethan) Abstände in Rectascension und Declination, und wies aus seinen wie aus den Beobachtungen früherer Astronomen Positions-Veränderungen nach, von deren numerischem Werthe er irrigerweise nicht abzog, was (in einzelnen Fällen) der eigenen Bewegung der Sterne angehörte *).

Diesen schwachen, aber denkwürdigen Anfängen folgte Wilhelm Herschel's Riesenarbeit über die vielfachen Sterne. Sie umfaßt eine lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn wenn auch das erste Verzeichniß von Herschel's Doppelsternen vier Jahre später als Christian Mayer's Abhandlung über denselben Gegenstand veröffentlicht wurde; so reichen des Ersteren Beobachtungen doch bis 1779, ja, wenn man die Untersuchungen über das Trapezium im großen Nebelfleck des Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Fast alles, was wir heute von der vielfältigen Gestaltung der Doppelsterne wissen, wurzelt ursprünglich in Sir William Herschel's Arbeit. Er hat in den Catalogen von 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meist allein von ihm entdeckte, in Position und Distanz bestimmte Doppelsterne aufgestellt †); sondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der Anzahl ist, er hat seinen Scharfsinn und Beobachtungsgeist auch schon an allem dem geübt, was sich auf die Bahn, die vermuthete Umlaufszeit, auf Helligkeit, Farben-Contrast, und Classification nach Größe der gegenseitigen Abstände bezieht. Phantasiereich und doch immer mit großer Vorsicht fortschreitend, sprach er sich erst im Jahr 1794, indem er optische und physische Doppelsterne unterschied, vorläufig über die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu seinem kleineren Begleiter aus. Den ganzen Zusammenhang der Erscheinungen entwickelte er erst neun Jahre später in dem 93sten Bande der Philosophical Transactions. Es wurde nun der Begriff von partiellen Sternsystemen festgesetzt, in denen mehrere Sonnen um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisen. Das mächtige Walten von Anziehungskräften, das in unserem Sonnensystem sich bis zum Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen) erstreckt, ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von 1680 in der Entfernung von 28 Neptunsweiten (d. i. von 853 Erdweiten oder 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt; offenbart sich auch in der Bewegung des Doppelsterns 61 des Schwans, welcher 18240 Neptunsweiten (550900 Erdweiten oder 11394000 Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0″,3744, von der Sonne entfernt ist. Wenn aber auch Sir William Herschel die Ursachen und den allgemeinen Zusammenhang der Erscheinungen in großer Klarheit erkannte; so waren doch in dem ersten Jahrzehent des 19ten Jahrhunderts die Positionswinkel, welche sich aus den eigenen Beobachtungen und aus den nicht sorgfältig genug benutzten älteren Sterncatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen gebunden, als daß die einzelnen numerischen Verhältnisse der Umlaufszeiten oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten. Sir John Herschel erinnert selbst an die so unsicheren Angaben der Umlaufszeiten von α Geminorum (334 Jahre statt nach Mädler ‡) 520); von γ Virginis (708 statt 169); und von γ Leonis (1424 des großen Catalogs von Struve), einem prachtvollen Sternpaar, goldfarben und röthlich grün (1200 Jahre).

*) Struve im Recueil des Actes de la Séance publique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, le 29 déc. 1832, p. 48–50; Mädler, Astr. S. 478.

†) Philos. Transact. for the year 1782 p. 40–126, for 1783 p. 112–124, for 1804 p. 87. Ueber die Begründung dieser von William Herschel beobachteten 846 Doppelsterne vergl. Mädler in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 59 und desselben Untersuchungen über die Fixstern-Systeme Th. I. 1847 S. 7.

‡) Mädler a. a. O. Th. I. S. 255. Man hat für Castor: 2 alte Beobachtungen von Bradley 1719 und 1759 (die erste gemeinschaftlich mit Pond, die zweite mit Maskelyne); 2 von Herschel dem Vater von 1779 und 1803. Für die Umlaufszeit von γ Virginis s. Mädler, Fixstern-Syst. Th. II. 1848 S. 234–240.

Nach William Herschel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch verv
kommnete Instrumente (besonders durch Micrometer-Apparate) unterstützt, die eigentlic
specielleren Grundlagen eines so wichtigen Zweiges der Astronomie Struve der Va
(1813—1842) und Sir John Herschel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte s
erstes Dorpater Verzeichniß von Doppelsternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. De
selben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelsternen bis 9ter Größe in Abständen i
terhalb 32″, von welchen nur etwa $1/_6$ früher gesehen worden war. Um diese Arbeit
vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixsterne untersu
Struve's drittes Verzeichniß vielfacher Sterne ist von 1837 und bildet das wichtige W
Stellarum compositarum Mensurae micrometricae*). Es enthält, da mehrere unsi
beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeschlossen wurden, 2787 Doppelsterne.

Diese Zahl ist wiederum durch Sir John Herschel's Beharrlichkeit während seines v
jährigen, für die genaueste topographische Kenntniß des südlichen Himmels Epoche mach
den Aufenthalts in Feldhausen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 21
bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelsternen bereichert worden
Alle diese afrikanischen Beobachtungen sind durch ein 20füßiges Spiegeltelescop gema
auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelsterne enthalte
Sir John Herschel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Th
ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat†). In diesen europäischen Verzeichnissen s
die 380 Doppelsterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Astronom 18
gemeinschaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir sehen in dieser historischen Entwickelung, wie die Wissenschaft in einem hal
Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, besond
binären Systemen im Weltraum gelangt ist. Die Zahl der Doppelsterne (optische u
physische zusammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 gesch
werden: wenn eingeschlossen sind die von Bessel durch das herrliche Fraunhofer'sche Hel
meter beobachteten, die von Argelander ||) zu Åbo (1827—1835), von Encke und Ga
zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (seit dem Catal
gus von 1837), von Mädler in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit ein
17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewa
nete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attraction
Beziehung mit einander stehen, eigene Systeme bilden und sich in geschlossenen Bahn
bewegen, d. h. sogenannte physische (kreisende) Doppelsterne sind; ist eine wichti
aber schwer zu beantwortende Frage. Der kreisenden Begleiter werden allmälig imm
mehr entdeckt. Außerordentliche Langsamkeit der Bewegung oder die Richtung der für un
Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der sich bewegende Stern eine der Beobachtu
ungünstige Position einnimmt, lassen uns lange physische Doppelsterne den optische
nur genähert scheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegu
ist ein Criterium; schon die von Argelander und Bessel bei einer beträchtlichen Zahl v
Sternpaaren erwiesene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein g
meinschaftliches Fortschreiten, wie das unseres ganzen Sonnengebietes: also der Er
und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Traba
ten) zeugt für den Zusammenhang der Hauptsterne und ihrer Begleiter, für das Verhä
niß in abgeschlossenen, partiellen Systemen. Mädler hat die interessante Bemerkung g

---

*) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234
–248. Es sind im ganzen 2641+146, also 2787 be-
obachtete Sternpaare (Mädler in Schum. Jahrb.
1839 S. 64).

†) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the
Cape of Good Hope (Capreise) p. 165–303.

‡) A. a. O. p. 167 und 242.

||) Argelander: indem er eine große Zahl von
Fixsternen zur sorgfältigsten Ergründung eigener Be
gung untersuchte. S. dessen Schrift: DLX Stellar
fixarum positiones mediae ineunte anno 1830.
observ. Aboae habitis (Helsingforsiae 1825).
600 schlägt Mädler (Astr. S. 625) die Zahl der
Pulkowa seit 1837 in der Nordhemisphäre des Himm
neu entdeckten vielfachen Sterne an.

macht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogisirten Doppelsternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverschiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieselbe nur für mehr oder minder wahrscheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der physischen Doppelsterne zu den optischen so verändert sei zum Vortheil der ersteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle schon siebentehalbhundert*) kennt, in denen sich eine gegenseitige Positions-Veränderung nachweisen läßt. Das ältere Verhältniß gab $^1/_{16}$, das neueste bereits $^1/_9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptsterns und den Begleiter sich als physische Doppelsterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternsysteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, sondern auch nur an dem scheinbaren Himmelsgewölbe, ist numerisch noch wenig ergründet. In der Richtung gewisser Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchses und des Orions) sind in der nördlichen Hemisphäre die Doppelsterne am häufigsten. Für die südliche Hemisphäre macht Sir John Herschel das unerwartete Resultat bekannt, „daß in dem extra-tropicalen Theile dieser Hemisphäre die Zahl der vielfachen Sterne um vieles geringer ist als in dem correspondirenden nördlichen Theile." Und doch sind jene anmuthigen südlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegeltelescope, das Sterne 8ter Größe bis in Abständen von $^3/_4$ Secunden trennte, unter den günstigsten atmosphärischen Verhältnissen von dem geübtesten Beobachter durchforscht worden†).

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne ist das Vorkommen contrastirender Farben unter denselben. Aus 600 helleren Doppelsternen sind in Beziehung auf Farbe von Struve in seinem großen 1837 erschienenen Werke‡) folgende Resultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptstern und der Begleiter, von derselben und gleich intensiver Farbe. In 101 war nur ein Unterschied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verschiedenartigen Farben waren 120, oder $^1/_5$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptsterns und des Begleiters sich auf $^4/_5$ der ganzen, sorgfältig untersuchten Masse erstreckte. Fast in die Hälfte jener 600 Doppelsterne waren Hauptstern und Begleiter weiß. Unter den verschiedenfarbigen sind Zusammensetzungen von Gelb und Blau (wie in ι Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae ||) sehr häufig.

Arago hat zuerst (1825) darauf aufmerksam gemacht, daß die Verschiedenartigkeit der Farbe in dem binären Systeme hauptsächlich oder wenigstens in sehr vielen Fällen sich auf Complementar-Farben (auf die sich zu Weiß¶) ergänzenden, sogenannten subjectiven) bezieht. Es ist eine bekannte optische Erscheinung, daß ein schwaches weißes Licht grün erscheint, wenn ein starkes (intensives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das stärkere umgebende Licht gelblich ist. Arago hat aber

*) Die Zahl der Fixsterne, an denen man mit Gewißheit Eigenbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsverschiedenheit beobachtet worden ist. Mädler, Astr. S. 394, 490 und 520–540. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände in den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 8″, oder 16″ bis 32″ sind: giebt Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden geschätzt; und Versuche mit sehr nahen künstlichen Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung bestätigt, daß diese Schätzungen meist bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

†) John Herschel, Capreise p. 166.

‡) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

||) John Herschel, Outlines of Astr. p. 579.

¶) Zwei Gläser, welche Complementar-Farben darstellen, dienen dazu, wenn man dieselben auf einander legt, weiße Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat sich, während meines langen Aufenthalts auf der Pariser Sternwarte, dieses Mittels mit vielem Vortheil statt der Blendgläser bei Beobachtung von Sonnenfinsternissen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett. „Lorsqu' une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte *complémentaire* de la première. C'est là le *contraste:* mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent." (Arago, Handschr. von 1847.)

mit Vorsicht daran erinnert, daß, wenn auch bisweilen die grüne oder blaue Färbung des Begleiters eine Folge des Contrastes ist, man doch im ganzen keinesweges das reelle Dasein grüner oder blauer Sterne läugnen könne*). Er giebt Beispiele, in denen ein hellleuchtender weißer Stern (1527 Leonis, 1768 Can. ven.) von einem kleinen blauen Stern begleitet ist; wo in einem Sternpaar (δ Serp.) beide, der Hauptstern und sein Begleiter, blau sind†): er schlägt vor, um zu untersuchen, ob die contrastirende Färbung nur subjectiv sei, den Hauptstern im Fernrohr (sobald der Abstand es erlaubt) durch einen Faden oder ein Diaphragma zu verdecken. Gewöhnlich ist nur der kleinere Stern der blaue; anders ist es aber im Sternpaar 23 Orionis (696 des Cat. von Struve p. LXXX); in diesem ist der Hauptstern bläulich, der Begleiter rein weiß. Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verschiedenfarbigen Sonnen von uns unsichtbaren Planeten umgeben; so müssen letztere, verschiedenartig erleuchtet, ihre weißen, blauen, rothen und grünen Tage haben‡).

So wenig, wie wir schon oben||) gezeigt haben, die periodische Veränderlichkeit der Sterne nothwendig an die rothe oder röthliche Farbe derselben gebunden ist, eben so wenig ist Färbung im allgemeinen oder eine contrastirende Verschiedenheit der Farbentöne zwischen dem Hauptstern und dem Begleiter den vielfachen Sternen eigenthümlich. Zustände, weil wir sie häufig hervorgerufen finden, sind darum nicht die allgemein nothwendigen Bedingungen der Erscheinungen: sei es des periodischen Lichtwechsels, sei es des Kreisens in partiellen Systemen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. Eine sorgfältige Untersuchung der hellen Doppelsterne (Farbe ist noch bei Sternen 9ter Größe zu bestimmen) lehrt, daß außer dem reinen Weiß auch alle Farben des Sonnenspectrums in den Doppelsternen gefunden werden; daß aber der Hauptstern, wenn er nicht weiß ist, sich im allgemeinen dem rothen Extrem (dem der weniger refrangiblen Strahlen) nähert, der Begleiter dem violetten Extrem (der Grenze der am meisten refrangiblen Strahlen). Die röthlichen Sterne sind doppelt so häufig als die blauen und bläulichen, die weißen sind ohngefähr $2^1/_2$mal so zahlreich als die rothen und röthlichen. Merkwürdig ist es auch, daß gewöhnlich ein großer Unterschied der Farbe mit einem bedeutenden Unterschied in der Helligkeit verbunden ist. In zwei Sternpaaren, die wegen ihrer großen Helligkeit in starken Fernröhren bequem bei Tage gemessen werden können, in ζ Bootis und γ Leonis, besteht das erstere Paar aus 2 weißen Sternen 3^m und 4^m, das letztere aus einem Hauptstern 2^m und einem Begleiter von $3^m,5$. Man nennt diesen den schönsten Doppelstern des nördlichen Himmels, während daß α Centauri¶) und α Crucis am südlichen Himmel alle anderen

*) Arago in der Connaissance des tems pour l'an 1828 p. 299–300; in dem Annuaire pour 1834 p. 246–250, pour 1842 p. 347–350. „Les exceptions que je cite, prouvent que j'avais bien raison en 1825 de n'introduire la notion physique du *contraste* dans la question des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserve. Le bleu est la couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des observations recueillies jusqu' ici que le firmament est non seulement parsemé de soleils *rouges* et *jaunes*, comme le savaient les anciens, mais encore de soleils *bleus* et *verts*. C'est au tems et à des observations futures à nous apprendre si les étoiles vertes et bleues ne sont pas des soleils déjà en voie de décroissance; si les différentes nuances de ces astres n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différens degrés; si la teinte, avec excès de rayons les plus réfrangibles, que présente souvent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbante d'une atmosphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairement beaucoup plus brillante, qu'elle accompagne." (Arago im Annuaire pour 1834 p. 295 –301.)

†) Struve (über Doppelsterne nach Dorpater Beobachtungen 1837 S. 33–36 und Mensurae microm. p. LXXXIII) zählt 63 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläulich sind und bei denen also die Farbe nicht Folge des Contrastes sein kann. Wenn man gezwungen ist die Farben-Angaben desselben Sternpaares von verschiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; so wird es besonders auffallend, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptsternes von Einem Beobachter blau, von anderen grün genannt worden ist.

‡) Arago im Annuaire pour 1834 p. 302.

||) Kosmos Buch III. S. 450–455.

¶) „This superb double star (*α Cent.*) is beyond all comparison the most striking object of the kind in the heavens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or orange colour, though that of the smaller is of a somewhat more sombre and brownish cast." Sir John Herschel, Capreise p. 300. Nach den schönen Beobachtungen von Capitän Jacob (Bombay Engineers, in den Jahren 1846–1848) ist aber der Hauptstern 1^m, der Begleiter $2^m,5$ bis 3^m geschätzt: Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVI. 1849 p. 451.

Doppelsterne an Glanz übertreffen. Wie in ζ Bootis, bemerkt man in α Centauri und γ Virginis die seltene Zusammenstellung zweier großer Sterne von wenig ungleicher Lichtstärke.

Ueber das Veränderliche der Helligkeit in vielfachen Sternen, besonders über Veränderlichkeit der Begleiter, herrscht noch nicht einstimmige Gewißheit. Wir haben schon oben mehrmals*) der etwas unregelmäßigen Veränderlichkeit des Glanzes vom gelbrothen Hauptstern α Herculis erwähnt. Auch der von Struve (1831—1833) beobachtete Wechsel der Helligkeit der nahe gleichen und gelblichen Sterne (3^m), des Doppelsternes γ Virginis und Anon. 2718, deutet vielleicht auf eine sehr langsame Achsendrehung beider Sonnen†). Ob in Doppelsternen je eine wirkliche Farbenveränderung vorgegangen sei (γ Leonis und γ Delphini?); ob in ihnen weißes Licht farbig wird, wie umgekehrt im isolirten Sirius farbiges Licht weiß geworden ist: bleibt noch unentschieden‡); und wenn die bestrittenen Unterschiede sich nur auf schwache Farbentöne beziehen, so ist auf die organische Individualität der Beobachter und, wo nicht Refractoren angewandt werden, auf den oft röthenden Einfluß der Metallspiegel in den Telescopen Rücksicht zu nehmen.

Unter den mehrfachen Systemen finden sich: dreifache (ξ Librae, ζ Cancri, 12 Lyncis, 11 Monoc.); vierfache (102 und 2681 des Struvischen Catalogs, α Andromedae, ε Lyrae); eine sechsfache Verbindung in ϑ Orionis, dem berühmten Trapezium des großen Orion-Nebels: wahrscheinlich einem einigen physischen Attractions-System, weil die 5 kleineren Sterne (6^m,3; 7^m; 8^m; 11^m,3 und 12^m) der Eigenbewegung des Hauptsternes (4^m,7) folgen. Veränderung in der gegenseitigen Stellung ist aber bisher nicht bemerkt worden||). In 2 dreifachen Sternpaaren, ξ Librae und ζ Cancri, ist die Umlaufs-Bewegung beider Begleiter mit großer Sicherheit erkannt worden. Das letztere Paar besteht aus 3 an Helligkeit wenig verschiedenen Sternen 3ter Größe, und der nähere Begleiter scheint eine 10fach schnellere Bewegung als der entferntere zu haben.

Die Zahl der Doppelsterne, deren Bahn-Elemente sich haben berechnen lassen, wird gegenwärtig zu 14 bis 16 angegeben¶). Unter diesen hat ζ Herculis seit der Zeit der ersten Entdeckung schon zweimal seinen Umlauf vollendet, und während desselben (1802 und 1831) das Phänomen der scheinbaren Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen Fixstern dargeboten. Die frühesten Berechnungen der Doppelstern-Bahnen verdankt man dem Fleiße von Savary (ξ Ursae maj.), Encke (70 Ophiuchi) und Sir John Herschel; ihnen sind später Bessel, Struve, Mädler, Hind, Smyth und Capitän Jacob gefolgt. Savary's und Encke's Methoden fordern 4 vollständige, hinreichend weit von einander entfernte Beobachtungen. Die kürzesten Umlaufs-Perioden sind von 30, 42, 58 und 77 Jahren: also zwischen den planetarischen Umlaufszeiten des Saturn und Uranus; die längsten, mit einiger Sicherheit bestimmten, übersteigen 500 Jahre, d. i. sie sind ohngefähr gleich dem dreimaligen Umlauf von Le Verrier's Neptun. Die Excentricität der elliptischen Doppelstern-Bahnen ist nach dem, was man bis jetzt erforscht hat, überaus beträchtlich: meist cometenartig von 0,62 (σ Coronae) bis 0,95 (α Centauri) anwachsend. Der am wenigsten excentrische innere Comet, der von Faye, hat die Excentricität 0,55: eine geringere als die Bahn der eben genannten zwei Doppelsterne. Auffallend geringere Excentricitäten bieten η Coronae (0,29) und Castor (0,22 oder 0,24) nach Mädler's und Hind's Berechnungen dar. In diesen Doppelsternen werden von den beiden Sonnen Ellipsen beschrieben, welche denen zweier der kleinen Hauptplaneten unseres Sonnensystems (den Bahnen der Pallas: 0,24; und Juno: 0,25) nahe kommen.

*) Kosmos Buch III. S. 472, 479 u. 472 Anm.
†) Struve über Doppelst. nach Dorp. Beob. S. 33.
‡) A. a. O. S. 36.
||) Mädler Astr. S. 517; John Herschel, Outl. p. 568.
¶) Vergl. Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. I. S. 225–275, Th. II. S. 235–240; derselbe in der Astr. S. 541; John Herschel, Outl. p. 573.

Wenn man mit Encke in einem binären System einen der beiden Sterne, den helle als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf diesen bezieht; ergiebt sich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptstern einen gelschnitt beschreibt, in dessen Brennpunkt sich der letztere befindet: eine Ellipse, in wel der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenräu zurücklegt. Genaue Messungen von Positionswinkeln und Abständen, zu Bahnbestimm gen geeignet, haben schon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelsternen gezeigt, daß Begleiter sich um den als ruhend betrachteten Hauptstern, von denselben Gravitatio Kräften getrieben, bewegt, welche in unserem Sonnensystem walten. Diese feste, kaum seit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet eine der großen Epoc in der Entwickelungsgeschichte des höheren kosmischen Naturwissens. Weltkörpern, de man nach altem Brauche den Namen der Fixsterne erhalten hat, ob sie gleich weder die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt sind, hat man sich gegenseitig bedec geschen. Die Kenntniß von der Existenz partieller Systeme in sich selbst gegründete Be gung erweitert um so mehr den Blick, als diese Bewegungen wieder allgemeineren, Himmelsräume belebenden, untergeordnet sind.

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name.	Halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3″,857	0,4164	58,262	Savary, 1830.
	3″,278	0,3777	60,720	John Herschel, Tabelle v. 18
	2″,295	0,4037	61,300	Mädler, 1847.
2) p Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke, 1832.
3) ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler, 1847.
4) Castor	8″,086	0,7582	252,66	John Herschel, Tabelle v. 18
	5″,692	0,2194	519,77	Mädler, 1847.
	6″,300	0,2405	632,27	Hind, 1849.
5) γ Virginis	3″,580	0,8795	182,12	John Herschel, Tabelle v. 18
	3″,863	0,8806	169,44	Mädler, 1847.
6) α Centauri	15″,500	0,9500	77,00	Cap. Jacob, 1848

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? — Die beiden Magella schen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neb denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder bloß planetarisch erleuch ten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpun kreisenden Sternen) auch Massen mit milderem, mattem Nebelschimmer*). Ba als scharf begrenzte, scheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielg staltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Au ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrogno umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklä ten, Bewegung†) gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelfleck in der neusten Zeit Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja all

*) Kosmos Buch I. S. 38–42, und 76. Buch II. S. 369; Buch III. S. 403–406, 457, 465 und 470.

†) Kosmos Buch III. S. 485.

kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach William Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens $^1/_{270}$ des ganzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die Dimensionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelkernen, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr beschauenden als messenden Astronomie ist in gleichem Maße geeignet, die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden*) zu offenbaren verheißt.

Die historische Entwickelung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebenflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die Existenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des telescopischen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: caeli materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der Milchstraße.

Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer telescopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Sloägh ein erstes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke umständlich erinnert, daß, was von Hipparchus und Geminus, in den Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptolemäus Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen sind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen†). Dieselbe Benennung als Nebulosae latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonsini-

*) Kosmos Buch I. S. 39.

†) Kosmos Buch III. S. 430 und Anm. *), 457 und Anm. ‡).

Wenn man mit Encke in einem binären System einen der beiden Sterne, den helle als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf diesen bezieht; ergiebt sich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptstern einen gelschnitt beschreibt, in dessen Brennpunkt sich der letztere befindet: eine Ellipse, in wel der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenrä zurücklegt. Genaue Messungen von Positionswinkeln und Abständen, zu Bahnbestimm gen geeignet, haben schon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelsternen gezeigt, daß Begleiter sich um den als ruhend betrachteten Hauptstern, von denselben Gravitatio Kräften getrieben, bewegt, welche in unserem Sonnensystem walten. Diese feste, kaum seit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet eine der großen Epoc in der Entwickelungsgeschichte des höheren kosmischen Naturwissens. Weltkörper, de man nach altem Brauche den Namen der Fixsterne erhalten hat, ob sie gleich weder die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt sind, hat man sich gegenseitig bedec gesehen. Die Kenntniß von der Existenz partieller Systeme in sich selbst gegründete Be gung erweitert um so mehr den Blick, als diese Bewegungen wieder allgemeineren, Himmelsräume belebenden, untergeordnet sind.

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name.	Halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3″,857	0,4164	58,262	Savary, 1830.
	3″,278	0,3777	60,720	John Herschel, Tabelle v. 18
	2″,295	0,4037	61,300	Mädler, 1847.
2) p Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke, 1832.
3) ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler, 1847.
4) Castor	8″,086	0,7582	252,66	John Herschel, Tabelle v. 18
	5″,692	0,2194	519,77	Mädler, 1847.
	6″,300	0,2405	632,27	Hind, 1849.
5) γ Virginis	3″,580	0,8795	182,12	John Herschel, Tabelle v. 18
	3″,863	0,8806	169,44	Mädler, 1847.
6) α Centauri	15″,500	0,9500	77,00	Cap. Jacob, 1848

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? — Die beiden Magella schen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neb denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder bloß planetarisch erleuch ten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpun kreisenden Sternen) auch Massen mit milderem, mattem Nebelschimmer*). Ba als scharf begrenzte, scheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielg staltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Au ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrogno umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklä ten, Bewegung†) gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelfleck in der neuesten Zeit Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja all

*) Kosmos Buch I. S. 38–42, und 76. Buch II. S. 369; Buch III. S. 403–406, 457, 465 und 470.

†) Kosmos Buch III. S. 485.

kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach William Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens 1/270 des ganzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die Dimensionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelkernen, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr beschauenden als messenden Astronomie ist in gleichem Maße geeignet, die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden*) zu offenbaren verheißt.

Die historische Entwickelung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebenflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die Existenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des telescopischen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: caeli materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der Milchstraße.

Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer telescopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Sloägh ein erstes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke umständlich erinnert, daß, was von Hipparchus und Geminus, in den Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptolemäus Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen sind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen †). Dieselbe Benennung als Nebulosae latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonsini-

*) Kosmos Buch I. S. 39.

†) Kosmos Buch III. S. 430 und Anm. *), 457 und Anm. ‡).

Wenn man mit Encke in einem binären System einen der beiden Sterne, den helle als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf diesen bezieht ergiebt sich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptstern einen gelschnitt beschreibt, in dessen Brennpunkt sich der letztere befindet: eine Ellipse, in wel der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenrä zurücklegt. Genaue Messungen von Positionswinkeln und Abständen, zu Bahnbestimm gen geeignet, haben schon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelsternen gezeigt, daß Begleiter sich um den als ruhend betrachteten Hauptstern, von denselben Gravitatio Kräften getrieben, bewegt, welche in unserem Sonnensystem walten. Diese feste, kaum seit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet eine der großen Epo in der Entwickelungsgeschichte des höheren kosmischen Naturwissens. Weltkörper, de man nach altem Brauche den Namen der Fixsterne erhalten hat, ob sie gleich weder die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt sind, hat man sich gegenseitig bede gesehen. Die Kenntniß von der Existenz partieller Systeme in sich selbst gegründete Be gung erweitert um so mehr den Blick, als diese Bewegungen wieder allgemeineren, Himmelsräume belebenden, untergeordnet sind.

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name.	Halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3″,857	0,4164	58,262	Savary, 1830.
	3″,278	0,3777	60,720	John Herschel, Tabelle v. 18
	2″,295	0,4037	61,300	Mädler, 1847.
2) p Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke, 1832.
3) ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler, 1847.
4) Castor	8″,086	0,7582	252,66	John Herschel, Tabelle v. 18
	5″,692	0,2194	519,77	Mädler, 1847.
	6″,300	0,2405	632,27	Hind, 1849.
5) γ Virginis	3″,580	0,8795	182,12	John Herschel, Tabelle v. 18
	3″,863	0,8806	169,44	Mädler, 1847.
6) α Centauri	15″,500	0,9500	77,00	Cap. Jacob, 1848

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? — Die beiden Magella schen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns sichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neb denen, welche mit Sternlicht glänzen (selbstleuchtenden oder bloß planetarisch erleuch ten; isolirt stehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinschaftlichen Schwerpu kreisenden Sternen) auch Massen mit milderem, mattem Nebelschimmer*). Ba als scharf begrenzte, scheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielg staltet über große Räume ergossen, scheinen diese auf den ersten Blick dem bewaffneten Au ganz von den Weltkörpern verschieden, die wir in den letzten vier Abschnitten der Astrogno umständlich behandelt haben. Wie man geneigt ist aus der beobachteten, bisher unerklä ten, Bewegung†) gesehener Weltkörper auf die Existenz ungesehener zu schließen; haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelfleck in der neuesten Zeit Schlußfolgen über die Nicht-Existenz aller Nebelflecke, ja al

*) Kosmos Buch I. S. 38–42, und 76. Buch II. S. 369; Buch III. S. 403–406, 457, 465 und 470.

†) Kosmos Buch III. S. 485.

kosmischen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine selbstleuchtende dunstartige Materie, oder ferne, eng zusammengedrängte, rundliche Sternhaufen sein: immer bleiben sie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, dessen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectascension und Declination bestimmten übersteigt schon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmessern. Nach William Herschel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigstens 1/270 des ganzen sichtbaren Firmaments. Durch Riesenfernröhre gesehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtstrahl nach nicht ganz unwahrscheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abstände, zu deren Ausmessung die Dimensionen unserer näheren Fixsternschicht (Siriusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelsternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptische oder kugelförmige Sterngruppen, so erinnern sie, durch ihre Conglomeration selbst, an ein räthselhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen sie gehorchen. Sind es Dunstmassen mit einem oder mehreren Nebelkernen, so mahnen die verschiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Processes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmisches Gebilde, kein anderer Gegenstand der mehr beschauenden als messenden Astronomie ist in gleichem Maße geeignet, die Einbildungskraft zu beschäftigen: nicht etwa bloß als symbolisirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, sondern weil die Erforschung verschiedener Zustände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einsicht in das Werden*) zu offenbaren verheißt.

Die historische Entwickelung unserer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebenflecken lehrt, daß hier, wie fast überall in der Geschichte des Naturwissens, dieselben entgegengesetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit schwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs sehen wir Galilei, Dominicus Cassini und den scharfsinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die Existenz sternloser Nebelmassen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des telescopischen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmischem Nebel, aus verdichtetem, zusammengeballtem Himmelsdunste. Er glaubte: caeli materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchstraße mit mildem Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete seine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (diese waren ihm unbekannt), sondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der Milchstraße.

Wie die Geschichte der Doppelsterne, so beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer telescopischen Untersuchung und die Verallgemeinerung der Ansichten richtet, mit William Herschel. Bis zu ihm (Messier's verdienstvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemisphären nur 120 unaufgelöste Nebelflecke der Position nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Astronom von Sloagh ein erstes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in diesem Werke umständlich erinnert, daß, was von Hipparchus und Geminus, in den Catasterismen des Pseudo-Eratosthenes und im Almagest des Ptolemäus Nebelsterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen sind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelschimmer erscheinen †). Dieselbe Benennung als Nebulosae latinisirt, ist in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonsini-

*) Kosmos Buch I. S. 39.

†) Kosmos Buch III. S. 430 und Anm. *), 457 und Anm. ‡).

[illegible] durch den überwiegenden **Einfluß des** jü[illegible] Astronomen [illegible], Vorsteher der reichen **Synagoge zu Toledo** [illegible] erschienen die Alfonsinischen Tafeln erst 1483, und **zwar zu Venedig.**

Die erste Angabe eines [illegible] von schärferen **wirklichen Nebel**flecken [illegible] finden wir bei dem einen **arabischen Astronomen aus** der Mitte des zehnten Jahrhunderts, Abdurrahman Sufi **aus dem persischen Irak.** [illegible] **glänzen sah, war un**zweifelhaft die große Magellanische Wolke, welche bei einer scheinbaren **Breite von fast** 12 Monddurchmessern einen Himmelsraum von 42 Quadratgraden **bedeckt, und deren** zuerst die Europäer erst im Anfang des 16ten Jahrhunderts **Erwähnung thun, wenn** gleich schon vor hundert Jahre früher Normannen an der Westküste **von Afrika bis Sierra** Leone [illegible] gelangt waren*). Eine Nebelmasse von so **großem Umfange, dem** unbewaffneten Auge vollkommen sichtbar, hätte doch früher die **Aufmerksamkeit auf sich** ziehen sollen†).

Der erste telescopische Nebelfleck, welcher als völlig sternlos und als **ein Gegenstand** eigener Art durch ein Fernrohr erkannt und beobachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloßen Auge sichtbare Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunzenhausen in Franken), früher Musiker, dann Hof-Mathematicus eines Markgrafen von Culmbach, derselbe, welcher die Jupiterstrabanten neun Tage‡) früher als Galilei sah, hat auch das Verdienst, die erste und zwar eine sehr genaue Beschreibung eines Nebelfleckes gegeben zu haben. In der Vorrede seines Mundus Jovialis||) erzählt er, „am 15. December 1612 er einen Fixstern aufgefunden habe von einem Ansehen, wie nie einer vorgekommen sei. Er stehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge gesehen, schiene er ihm ein bloßes Wölkchen; in dem Fernrohr finde er aber gar nichts sternartiges darin: wodurch sich diese Erscheinung von den Nebelsternen des Krebses und anderen nebeligen Haufen unterscheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Centrum, schwächer gegen die Ränder sei. Bei einer Breite von ¼ Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne gesehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchsichtige) Scheiben von Horn gesehen werde (similis fere splendor apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucidum de nocte cernatur)." Simon Marius fragt sich, ob dieser sonderbare Stern ein neu entstandener sei; er will nicht entscheiden: findet es aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieser Nebulosa gesagt. In dem Mundus Jovialis, der erst 1614 erschien, ist also (wie ich schon an einem anderen Orte¶) bemerkt habe) der Unterschied zwischen einem für die damaligen telescopischen



*) Vor der Expedition von Alv[illegible] Portugiesen drangen 1471 bis süd[illegible] vor. S. Humboldt, Examen cri[illegible] la Géogr. du Nouveau Continent [illegible] Aber auch in Ost-Afrika wurde un[illegible] Handelsweg durch den indischen Ocean [illegible] den Südwest-Monsun (Hippalus), [illegible] Straße Bab-el-Mandeb nach dem [illegible] pelplatze Muziris und Ceylon benutzt [illegible] II. S. 279 und Anmerkungen. Auf all[illegible] ten Seefahrten waren die Magellanischen [illegible] den aber [illegible] ben worden.

†) [illegible] el, Capreise § [illegible]

‡) [illegible] und 363, und Anm. [illegible] welcher [illegible] Entdeckungs[illegible] 1609 [illegible] Calender-[illegible] zuschreib[illegible] deshalb die Jupi[illegible] ten einen [illegible] gesehen zu [illegible] nicht in [illegible] „bugia del [illegible] ratione [illegible] zu erklären: „[illegible] la probabil[illegible] Mario non [illegible] servato giammai i Pianeti Medicei." (S. Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 235–237 und Nelli, Vita e Commercio letterario di Galilei 1793 Vol. I. p. 240–246.) Sehr friedsam und bescheiden [illegible] sich doch der Erotico selbst über das Maaß seines [illegible] in der Entdeckung ausgedrückt. „Ich be-[illegible]," sagt Simon Marius in der Vorrede [illegible] Mundus Jovialis: „haec sidera (Brandenbur-[illegible] mortalium mihi ulla ratione commons-[illegible] propria indagine sub ipsissimum fere [illegible] citius quo Galilaeus in Italia [illegible] Germania adinventa et ob-[illegible] Galilaeo tribuitur et [illegible] horum siderum apud [illegible] Germanos quispiam [illegible] intelligere [illegible] ope per

Kräfte unauflöslichen Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. amas d'étoiles) ausgesprochen, welchem die gegenseitige Annäherung vieler, dem bloßen Auge unsichtbaren, kleinen Sterne einen Nebelschein giebt. Trotz der großen Vervollkommnung optischer Werkzeuge ist fast drittehalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda, wie bei seiner Entdeckung, für vollkommen sternenleer gehalten worden: bis vor zwei Jahren jenseits des atlantischen Oceans von George Bond zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebula erkannt worden sind. Ich habe, trotz des unaufgelösten Kerns, nicht angestanden, ihn unter den Sternhaufen aufzuführen *).

Es ist wohl nur einem sonderbaren Zufall zuzuschreiben, daß Galilei, der sich schon vor 1610, als der Sidereus Nuntius erschien, mehrfach mit der Constellation des Orion beschäftigte, später in seinem Saggiatore, da er längst die Entdeckung des sternlosen Nebels in der Andromeda aus dem Mundus Jovialis kennen konnte, keines anderen Nebels am Firmamente gedenkt, als solcher, welche sich selbst in seinen schwachen optischen Instrumenten in Sternhaufen auflösten. Was er Nebulose del Orione e del Presepe nennt, sind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloser kleiner Sterne" †). Er bildet ab nach einander unter den täuschenden Namen Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orionis Sternhaufen, in denen er sich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 bisher unaufgezählte Sterne aufgefunden zu haben. Von unaufgelöstem Nebel ist bei ihm nie die Rede. Wie hat der große Nebelfleck im Schwerdte seiner Aufmerksamkeit entgehen, wie dieselbe nicht fesseln können? Aber wenn auch der geistreiche Forscher wahrscheinlich nie den unförmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines sogenannten unauflöslichen Nebels gesehen hat, so waren doch seine allgemeinen Betrachtungen ‡) über die innere Natur der Nebelflecke denen sehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der Astronomen geneigt ist. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in Danzig, ein ausgezeichneter, aber dem telescopischen Sehen beim Catalogisiren der Sterne wenig holder ‖) Beobachter, des großen Orions-Nebels in seinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichniß enthält überhaupt kaum 16 in Position bestimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte ¶) Huygens den durch Ausdehnung, Gestalt, die Zahl und die Berühmtheit seiner späteren Erforscher so wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion, und veranlaßte Picard sich fleißig (1676) mit demselben zu beschäftigen. Die ersten Nebelflecke der in Europa nicht sichtbaren Regionen des südlichen Himmels bestimmte, aber in überaus geringer Zahl, bei seinem Aufenthalte auf St. Helena (1677) Edmund Halley. Die lebhafte Vorliebe, welche der große Cassini (Johann Dominicus) für alle Theile der beschauenden Astronomie hatte, leitete ihn gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts auf die sorgfältigere Erforschung der Nebel der Andromeda und des Orion. Er glaubte seit Huygens Veränderungen in dem letzteren, „ja Sterne in dem ersteren erkannt zu haben, die man nicht mit schwachen Fernröhren sieht." Man hat Gründe die Behauptung der Gestalt-Veränderung für eine Täuschung zu halten, nicht ganz die Existenz von

---

*) Kosmos Buch III. S. 458.

†) „Galilei notò che le Nebulose di Orione null' altro erano che mucchi e coacervazioni d' innumerabili Stelle." Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208.

‡) „In primo integram Orionis Constellationem pingere decreveram; vero, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli. — Cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor veluti albicantis nubis spectetur, sed *complures consimilis coloris areolae sparsim per aethera subfulgeant*, si in illarum quamlibet Specillum convertas, Stellarum constipatarum coetum offendes. Amplius (quod magis mirabile) Stellae, ab Astronomis singulis in hanc usque diem *Nebulosae* appellatae, Stellarum mirum in modum consitarum greges sunt: ex quarum radiorum commixtione, dum unaquaque ob exilitatem, seu maximam a nobis remotionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui densior pars caeli, Stellarum aut Solis radios retorquere valens, hucusque creditus est." Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14–15; Sydereus Nuncius p. 13, 15 (no. 19–21) und 35 (no. 56.)

‖) Kosmos Buch III. S. 417 Anm. †). Ich erinnere auch an die Vignette, welche die Einleitung von Hevelii Firmamentum Sobescianum 1687 beschließt und auf der man drei Genien sieht, von welchen zwei am Hevel'schen Sextanten beobachten. Dem dritten Genius, der ein Fernrohr zuträgt und es anzubieten scheint, antworten die Beobachtenden: praestat nudo oculo!

¶) Huygens, Systema Saturnium in seinen Opera varia, Lugd. Bat. 1724, T. II. p. 523 und 593.

Sternen in dem Nebel der Andromeda seit den merkwürdigen Beobachtungen von George Bond. Cassini ahndete dazu aus theoretischen Gründen eine solche Auflösung, da er, in directem Widerspruch mit Halley und Derham, alle Nebelflecke für sehr ferne Sternschwärme hielt *). Der matte, milde Lichtschimmer in der Andromeda, meint er, sei allerdings dem des Zodiacallichtes analog; aber auch dieses sei aus einer Unzahl dicht zusammengedrängter kleiner planetarischer Körper zusammengesetzt †). Lacaille's Aufenthalt in der südlichen Hemisphäre (am Vorgebirge der guten Hoffnung, auf Ile de France und Bourbon, 1750—1752) vermehrte so ansehnlich die Zahl der Nebelflecke, daß Struve mit Recht bemerkt, man habe durch dieses Reisenden Bemühungen damals mehr von der Nebelwelt des südlichen Firmaments als von der in Europa sichtbaren gewußt. Lacaille hat übrigens mit Glück versucht, die Nebelflecke nach ihrer scheinbaren Gestaltung in Classen zu vertheilen; auch unternahm er zuerst, doch mit wenigem Erfolge, die schwierige Analyse des so heterogenen Inhalts der beiden Magellanischen Wolken (Nubecula major et minor). Wenn man von den anderen 42 isolirten Nebelflecken, welche Lacaille an dem südlichen Himmel beobachtete, 14 vollkommen, und selbst mit schwacher Vergrößerung, zu wahren Sternhaufen aufgelöste abzieht, so bleibt nur die Zahl von 28 übrig: während, mit mächtigeren Instrumenten wie mit größerer Uebung und Beobachtungsgabe ausgerüstet, es Sir John Herschel glückte unter derselben Zone, die Clusters ebenfalls ungerechnet, an 1500 Nebelflecke zu entdecken.

Entblößt von eigener Anschauung und Erfahrung, phantasirten, nach sehr ähnlichen Richtungen hinstrebend, ohne ursprünglich ‡) von einander zu wissen, Lambert (seit 1749), Kant (seit 1755) mit bewundernswürdigem Scharfsinn über Nebelflecke, abgesonderte Milchstraßen und sporadische, in den Himmelsräumen vereinzelte Nebel- und Sterninseln. Beide waren der Dunst-Theorie (nebular hypothesis) und einer perpetuirlichen Fortbildung in den Himmelsräumen, ja den Ideen der Stern-Erzeugung aus kosmischem Nebel zugethan. Der vielgereiste Le Gentil (1760—1769) belebte lange vor seinen Reisen und den verfehlten Venus-Durchgängen das Studium der Nebelflecke durch eigene Beobachtung über die Constellationen der Andromeda, des Schützen und des Orion. Er bediente sich eines der im Besitze der Pariser Sternwarte befindlichen Objective von Campani, welches 34 Fuß Focallänge hat. Ganz den Ideen von Halley und Lacaille, Kant und Lambert widerstrebend, erklärte der geistreiche John Michell wieder (wie Galilei und Dominicus Cassini) alle Nebel für Sternhaufen, Aggregate von sehr kleinen oder sehr fernen telescopischen Sternen, deren Dasein bei Vervollkommnung der Instrumente gewiß einst würde erwiesen werden ||). Einen reichen Zuwachs, verglichen mit den langsamen Fortschritten, welche wir bisher geschildert, erhielt die Kenntniß der Nebelflecke durch den beharrlichen Fleiß von Messier. Sein Catalogus von 1771 enthielt, wenn man die älteren, von Lacaille und Méchain entdeckten Nebel abzieht, 66 bis dahin ungesehene. Es gelang seiner Anstrengung, auf dem ärmlich ausgerüsteten Observatoire de la Marine (Hôtel de Clugny) die Zahl der damals in beiden Hemisphären aufgezählten Nebelflecke zu verdoppeln ¶).

---

*) „Dans les deux nébuleuses d'Andromède et d'Orion," sagt Dominicus Cassini, „j'ai vu des étoiles qu'on n'aperçoit pas avec des lunettes communes. Nous ne savons pas si l'on ne pourroit pas avoir des lunettes assez grandes pour que toute la nébulosité pût se résoudre en de plus petites étoiles, comme il arrive à celles du Cancer et du Sagittaire." Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700 und 744.

†) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. †).

‡) Ueber Ideen-Gemeinschaft und Ideen-Verschiedenheit von Lambert und Kant, wie über die Zeiten ihrer Publicationen s. Struve, Etudes d'Astr. stellaire p. 11, 13 und 21; notes 7, 15 und 33. Kant's „allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" erschien anonym und dem Großen König zugeeignet 1755; Lambert's „Photometria," wie schon oben bemerkt worden ist, 1760, seine „Sammlung kosmologischer Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761.

||) „Those Nebulae," sagt John Michell 1767 (Philos. Transact. Vol. LVII. for 1767 p. 251), „in which we can discover either none, or only a few stars even with the assistance of the best telescopes, are probably systems, that are still more distant than the rest."

¶) Messier in den Mém. de l'Académie des Sciences 1771 p. 435 und in der Connoiss. des temps pour 1783 et 1784. Das ganze Verzeichniß enthält 103 Objecte.

Auf diese schwachen Anfänge folgte die glänzende Epoche der Entdeckungen von William Herschel und seinem Sohne. Der erstere begann schon 1779 eine regelmäßige Musterung des nebelreichen Himmels durch einen siebenfüßigen Reflector. Im Jahre 1787 war sein 40füßiges Riesenteleſcop vollendet; und in drei Catalogen *), welche 1786, 1789 und 1802 erschienen, lieferte er die Positionen von 2500 Nebeln und Sternhaufen. Bis 1785, ja fast bis 1791, scheint der große Beobachter mehr geneigt gewesen zu sein, wie Michell, Cassini und jetzt Lord Rosse, die ihm unauflöslichen Nebelflecke für die sehr entfernt liegende Sternhaufen zu halten; aber eine längere Beschäftigung mit dem Gegenstande zwischen 1799 und 1802 leitete ihn, wie einst Halley und Lacaille, auf die Dunst-Theorie; ja, wie Tycho und Kepler, auf die Theorie der Sternbildung durch allmälige Verdichtung des kosmischen Nebels. Beide Ansichten sind indeß nicht nothwendig †) mit einander verbunden. Die von Sir William Herschel beobachteten Nebel und Sterhaufen hat sein Sohn Sir John von 1825 bis 1833 einer neuen Musterung unterworfen; er hat die älteren Verzeichnisse durch 500 neue Gegenstände bereichert, und in den Philosophical transactions for 1833 (p. 365 bis 481) einen vollständigen Catalogus von 2307 Nebulae and Clusters of stars veröffentlicht. Diese große Arbeit enthält alles, was in dem mittleren Europa am Himmel aufgefunden war; und schon in den unmittelbar folgenden 5 Jahren (1834 bis 1838) sehen wir Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung, mit einem 20füßigen Reflector ausgerüstet, den ganzen dort sichtbaren Himmel durchforschen, und zu jenen 2307 Nebeln und Sternhaufen ein Verzeichniß von 1708 Positionen hinzufügen ‡). Von Dunlop's Catalogus südlicher Nebel und Sternhaufen (629 an der Zahl, zu Paramatta beobachtet durch einen 9füßigen, mit einem Spiegel von 9 Zoll Durchmesser versehenen Reflector ||) von 1825 bis 1827) ist nur 1/3 in Sir John Herschel's Arbeit übergegangen.

Eine dritte große Epoche in der Kenntniß jener räthselhaften Weltkörper hat mit der Construction des bewundernswürdigen funfzigfüßigen Telescops ¶) des Earl of Rosse zu Parsonstown begonnen. Alles, was, in dem langen Schwanken der Meinungen, auf den verschiedenen Entwickelungsstufen kosmischer Anschauung zur Sprache gekommen war, wurde nun in dem Streit über die Nebel-Hypothese und die behauptete Nothwendigkeit sie gänzlich aufzugeben der Gegenstand lebhafter Discussionen. Aus den Berichten ausgezeichneter und mit den Nebelflecken lange vertrauter Astronomen, die ich habe sammeln können, erhellt, daß von einer großen Zahl der aus dem Catalogus von 1833 wie zufällig unter allen Classen ausgewählten, für unauflöslich gehaltenen Objecte fast alle (der Director der Sternwarte von Armagh, Dr. Robinson, giebt deren über 40 an) vollständig aufgelöst wurden **). Auf gleiche Weise drückt sich Sir John Herschel, sowohl in der Eröffnungsrede der Versammlung der British Association zu Cambridge 1845 als in den Outlines of Astronomy 1849, aus. „Der Reflector von Lord Rosse," sagt er, „hat aufgelöst oder als auflösbar gezeigt eine beträchtliche Anzahl (multitudes) von Nebeln, welche der raum-

---

*) Philos. Transact. Vol. LXXVI., LXXIX. und XCII.

†) „The nebular hypothesis, as it has been termed, and the theory of siderial aggregation stand in fact quite independent of each other." Sir John Herschel, Outlines of Astronomy § 872 p. 599.

‡) Die Zahlen, welche ich hier gebe, sind die aufgezählter Objecte von No. 1 bis 2307 im europäischen, nördlichen Cat. von 1833 und die von No. 2308 bis 4015 im afrikanischen, südlichen Cat. (Capreise p. 51–128.)

||) James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 113–151.

¶) Vergl. Kosmos Buch III. S. 418 u. Anm. ‡).

**) An account of the Earl of Rosse's great Telescope p. 14–17, wo die Liste der im März 1845 von Dr. Robinson und Sir James South aufgelösten Nebel gegeben wird. „Dr. Robinson could not leave this part of his subject without calling attention to the fact, that no real nebula seemed to exist among so many of these objects chosen without any bias: all *appeared* to be clusters of stars, and every additional one which shall be resolved, will be an additional argument against the existence of any such." Schumacher, Astr. Nachr. No. 536. — In der Notice sur les grands Télescopes de Lord Oxmantown, aujourd'hui Earl of Rosse (Bibliothèque universelle de Genève T. LVII. 1845 p. 342–357) heißt es: „Sir James South rappelle que jamais il n'a vu de représentations sidérales aussi magnifiques que celles que lui offrait l'instrument de Parsonstown; qu'une bonne partie des nébuleuses se présentaient comme des amas ou groupes d'étoiles, tandis que quelques autres, à ses yeux du moins, n'offraient aucune apparence de résolution en étoiles."

durchdringenden Kraft der schwächeren optischen Instrumente widerstanden hatten. Wenn es gleich Nebelflecke giebt, welche jenes mächtige Telescop von sechs englischen Fußen Oeffnung nur als Nebel, ohne alle Anzeige der Auflösung, darstellt; so kann man doch nach Schlüssen, die auf Analogien gegründet sind, vermuthen, daß in der Wirklichkeit kein Unterschied zwischen Nebeln und Sternhaufen vorhanden sei*)."

Der Urheber des mächtigen optischen Apparates von Parsonstown, stets das Resultat wirklicher Beobachtungen von dem trennend, zu dem nur gegründete Hoffnung vorhanden ist, drückt sich selbst mit großer Vorsicht über den Orions-Nebel in einem Briefe an Professor Nichol zu Glasgow†) aus (19. März 1846). „Nach unserer Untersuchung des berühmten Nebelfleckes," sagt er, „kann ich mit Gewißheit aussprechen, daß, wenn anders irgend einer, nur ein geringer Zweifel über die Auflösbarkeit bleibt. Wir konnten wegen der Luftbeschaffenheit nur die Hälfte der Vergrößerung anwenden, welche der Spiegel zu ertragen im Stande ist; und doch sahen wir, daß alles um das Trapezium umher eine Masse von Sternen bildet. Der übrige Theil des Nebels ist ebenfalls reich an Sternen und trägt ganz den Charakter der Auflösbarkeit." Auch später noch (1848) soll Lord Rosse nie eine schon erlangte völlige Auflösung des Orions-Nebels, sondern immer nur die nahe Hoffnung dazu, die gegründete Wahrscheinlichkeit den noch übrigen Nebel in Sterne aufzulösen, verkündet haben.

Wenn man trennt, in der neuerlichst so lebhaft angeregten Frage über die Nicht-Existenz einer selbstleuchtenden, dunstförmigen Materie im Weltall, was der Beobachtung und was inductiven Schlußformen angehört; so lehrt eine sehr einfache Betrachtung, daß durch wachsende Vervollkommnung der telescopischen Sehkraft allerdings die Zahl der Nebel beträchtlich vermindert, aber keinesweges durch diese Verminderung erschöpft werden könne. Unter Anwendung von Fernröhren wachsender Stärke wird jedes nachfolgende auflösen, was das vorhergehende unaufgelöst gelassen hat; zugleich aber auch wenigstens ‡) theilweise, wegen seiner zunehmenden raumdurchdringenden Kraft, die aufgelösten Nebel durch neue, vorher unerreichte, ersetzen. Auflösung des Alten und Entdeckung des Neuen, welches wieder eine Zunahme von optischer Stärke erheischt, würden demnach in endloser Reihe auf einander folgen. Sollte dem nicht so sein: so muß man sich nach meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt; oder die **Weltinseln**, zu deren einer wir gehören, dermaßen von einander entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fernröhre zu dem gegenüberliegenden **Ufer** hinüberreicht, und daß unsere letzten (äußersten) Nebel sich in Sternhaufen auflösen, welche sich wie Sterne der Milchstraße „auf schwarzen, ganz dunstfreien Grund projiciren ||)." Ist aber wohl ein solcher Zustand des Weltbaues

---

*) Report of the fifteenth Meeting of the British Association, held at Cambridge in June 1845, p. XXXVI und Outlines of Astr. p. 597 und 598. „By far the major part," sagt Sir John Herschel, „probably at least nine tenths of the nebulous contents of the heavens consist of nebulae of spherical or elliptical forms, presenting every variety of elongation and central condensation. Of these a *great number* have been resolved into distant stars (by the Reflector of the Earl of Rosse), and a vast multitude more have been found to present that mottled appearance which renders it almost a matter of certainty that an increase of optical power would show them to be similarly composed. A not unnatural or unfair induction would therefore seem to be, that those which resist such resolution, do so only in consequence of the smallness and closeness of the stars of which they consist: that, in short, they are only optically and not physically nebulous. — Although nebulae do exist which even in this powerful telescope (of Lord Rosse) appear as nebulae, without any sign of resolution, it may very reasonably be doubted whether there be really any essential physical distinction between nebulae and clusters of stars."

†) Dr. Nichol, Professor der Astronomie zu Glasgow, hat diesen, aus Castle Parsonstown datirten Brief in seinen Thoughts of some important points relating to the System of the World 1846 p. 55 bekannt gemacht: „In accordance with my promise of communicating to you the result of our examination of Orion, I think, I may safely say, that there can be little, if any doubt as to the resolvability of the Nebula. Since you left us, there was not a single night when, in absence of the moon, the air was fine enough to admit of our using more than half the magnifying power the speculum bears: still we could plainly see that all about the trapezium is a mass of stars; the rest of the nebula also abounding with stars and exhibiting the characteristics of resolvability strongly marked."

‡) Vergl. Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 186.

||) Kosmos Buch III. S. 460 und Anm. *).

und zugleich der Vervollkommnung optischer Werkzeuge wahrscheinlich, bei dem am ganzen Firmament kein unaufgelöster Nebelfleck mehr aufzufinden wäre?

Die hypothetische Annahme eines selbstleuchtenden Fluidums, das, scharf begrenzt, in runden oder ovalen Nebelflecken auftritt, muß nicht verwechselt werden mit der ebenfalls hypothetischen Annahme eines nicht leuchtenden, den Weltraum füllenden, durch seine Wellenbewegung Licht, strahlende Wärme und Electro-Magnetismus erzeugenden Aethers*). Die Ausströmungen der Cometenkerne, als Schweife oft ungeheure Räume einnehmend, verstreuen ihren uns unbekannten Stoff zwischen die Planetenbahnen des Sonnensystems, welche sie durchschneiden. Getrennt von dem leitenden Kerne, hört aber der Stoff auf uns bemerkbar zu leuchten. Schon Newton hielt für möglich, daß „vapores ex Sole et Stellis fixis et caudis Cometarum" sich der Erd-Atmosphäre beimischen könnten †). In dem dunstartigen kreisenden, abgeplatteten Ringe des Zodiacalscheins hat noch kein Fernrohr etwas sternartiges entdeckt. Ob die Theilchen, aus welchen dieser Ring besteht und welche noch dynamischen Bedingungen von einigen als um sich selbst rotirend, von Anderen als bloß um die Sonne kreisend gedacht werden, erleuchtet oder, wie mancher irdische Nebel ‡), selbstleuchtend sind: bleibt unentschieden. Dominicus Cassini glaubte, daß sie kleine planetenartige Körper ||) seien. Es ist wie ein Bedürfniß des sinnlichen Menschen, in allem Flüssigen discrete ¶) Molecular-Theile zu suchen, gleich den vollen oder hohlen Wolkenbläschen; und die Gradationen der Dichtigkeits-Abnahme in unserem Planetensysteme von Merkur bis Saturn und Neptun (von 1,12 bis 0,14 : die Erde = 1 gesetzt) führen zu den Cometen, durch deren äußere Kernschichten noch ein schwacher Stern sichtbar wird: ja sie führen allmälig zu discreten, aber so undichten Theilen, daß ihre Starrheit in großen oder kleinen Dimensionen fast nur durch Begrenztheit charakterisirt werden könnte. Es sind gerade solche Betrachtungen über die Beschaffenheit des scheinbar dunstförmigen Thierkreislichtes, welche Cassini lange vor Entdeckung der sogenannten kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter und vor den Muthmaßungen über Meteor-Asteroiden auf die Idee geleitet hatten, daß es Weltkörper von allen Dimensionen und allen Arten der Dichtigkeit gebe. Wir berühren hier fast unwillkührlich den alten naturphilosophischen Streit über das primitiv Flüssige und das aus discreten Molecular-Theilen Zusammengesetzte, was freilich deshalb der mathematischen Behandlung zugänglicher ist. Um so schneller kehren wir zu dem rein Objectiven der Erscheinung zurück.

In der Zahl von 3926 (2451 + 1475) Positionen, welche zugehören: a) dem Theil des Firmaments, welcher in Slough sichtbar ist und welchen wir hier der Kürze wegen den nördlichen Himmel nennen wollen (nach drei Verzeichnissen von Sir William Herschel von 1786 bis 1802 und der oben erwähnten großen Musterung des Sohnes in den Philos. Transact. von 1833); und b) dem Theile des südlichen Himmels, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung sichtbar ist, nach den afrikanischen Catalogen von Sir John Herschel: finden sich Nebelflecke und Sternhaufen (Nebulae and Clusters of stars) unter einander gemengt. So innig auch diese Gegenstände ihrer Natur nach mit einander verwandt sein mögen, so habe ich sie doch, um einen bestimmten Zeitpunkt des schon Erkannten zu bezeichnen, in der Aufzählung von einander gesondert. Ich finde**) in

---

*) Kosmos Buch III. S. 401.

†) Newton, Philos. Nat. Principia mathematica 1760 T. III. p. 671.

‡) Kosmos Buch I. S. 70.

||) Kosmos Buch I. S. 70 Anm. †).

¶) Sir John Herschel, Capreise § 109–111.

**) Die Fundamente dieser Aufzählung erheischen hier eine Erläuterung. Die drei Cataloge von Herschel dem Vater enthalten 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebel und 197 Sternhaufen (Mädler, Astr. S. 448). In der späteren, weit genaueren Musterung des Sohnes (Observations of Nebulae and clusters of stars made at Slough with a twenty-feet Reflector between the years 1825 and 1833, in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1833 p. 365–481) wurden diese Zahlen verändert. Ohngefähr 1800 Objecte waren identisch mit denen der drei früheren Cataloge; drei- bis vierhundert aber wurden vorläufig ausgeschlossen, und mehr als fünfhundert neu entdeckte in Rectascension und Declination bestimmt

dem nördlichen Catalog: der Nebelflecke 2299, der Sternhaufen 152; im südlichen oder Cap-Catalog: der Nebelflecke 1239, der Sternhaufen 236. Es ergiebt sich demnach für die Nebelflecke, welche in jenen Verzeichnissen, als noch nicht in Sternhaufen aufgelöst, angegeben werden, am ganzen Firmament die Zahl von 3538. Es kann dieselbe wohl bis 4000 vermehrt werden, wenn man in Betrachtung zieht drei- bis vierhundert von Herschel dem Vater gesehene*) und nicht wieder bestimmte, wie die von Dunlop in Paramatta mit einem neunzölligen Newton'schen Reflector beobachteten 629, von denen Sir John Herschel nur 206 seinem Verzeichniß angeeignet hat†). Ein ähnliches Resultat haben neuerlichst auch Bond und Mädler veröffentlicht. Die Zahl der Nebelflecke scheint sich also zu der der Doppelsterne in dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ohngefähr wie 2 : 3 zu verhalten; aber man darf nicht vergessen, daß unter der Benennung von Doppelsternen die bloß optischen mit begriffen sind, und daß man bisher nur erst in dem neunten, vielleicht gar nur im achten Theile Positions-Veränderungen erkannt hat‡).

Die oben gefundenen Zahlen: 2299 Nebelflecke neben 152 Sternhaufen in dem nördlichen, und nur 1239 Nebelflecke neben 236 Sternhaufen in dem südlichen Verzeichnisse, zeigen, bei der geringeren Anzahl von Nebelflecken in der südlichen Hemisphäre, dort ein Uebergewicht von Sternhaufen. Nimmt man an, daß alle Nebelflecke ihrer wahrscheinlichen Beschaffenheit nach auflösbar, nur fernere Sternhaufen, oder aus kleineren und weniger gedrängten, selbstleuchtenden Himmelskörpern zusammengesetzte Sterngruppen sind; so bezeichnet dieser scheinbare Contrast, auf dessen Wichtigkeit schon Sir John Herschel um so mehr aufmerksam gemacht hat||), als von ihm in beiden Hemisphären Reflectoren von gleicher Stärke angewandt worden sind, auf das wenigste eine auffallende Verschiedenheit in der Natur und Weltstellung der Nebel, d. h. in Hinsicht der Richtungen, nach denen hin sie sich den Erdbewohnern am nördlichen oder südlichen Firmamente darbieten.

Dem eben genannten großen Beobachter verdanken wir auch die erste genaue Kenntniß und kosmische Uebersicht von der Vertheilung der Nebel und Sterngruppen an der ganzen Himmelsdecke. Er hat, um ihre Lage, ihre relative locale Anhäufung, die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit ihre Folge nach gewissen Gruppirungen und Zügen zu ergründen, viertehalb-tausend Gegenstände graphisch in Fächer eingetragen deren Seiten in der Declination 3°, in der Ractascension 15′ messen. Die größte Anhäufung von Nebelflecken des ganzen Firmaments findet sich in der nördlichen Hemisphäre. Es ist dieselbe verbreitet: durch die beiden Löwen; den Körper, den Schweif und die Hinterfüße des Großen Bären; die Nase der Giraffe; den Schwanz des Drachen; die beiden Jagdhunde; das Haupthaar der Berenice (wo der Nordpol der Milchstraße liegt); den rechten Fuß des Bootes; und vor allem das Haupt, die Flügel und die Schulter

Struve, Astr. stellaire p. 48). Das nördliche Verzeichniß enthält 152 Sternhaufen, folglich 2307 — 152 = 2155 Nebelflecke; aber unter den Nummern des südlichen Catalogs sind (Capreise p. 3 § 6 und 7) von 4015 — 2307 = 1708 Objecten, unter denen sich 236 Sternhaufen finden, 233 abzuziehen (nämlich 89 + 135 + 9; s. Capreise p. 3 § 6—7 und p. 128) als zum nördlichen Verzeichniß gehörig, beobachtet von Sir William und Sir John Herschel in Slough und von Messier in Paris. Es bleiben also für die Cap-Beobachtungen übrig: 1708—233=1475 Nebel und Sternhaufen, oder 1239 Nebelflecke allein. Zu den 2307 Objecten des nördlichen Catalogus von Slough sind dagegen zuzurechnen 135 + 9 = 144. Es wird daher dieses nördliche Verzeichniß anwachsen zu 2451 Objecten, in denen, nach Abzug von 152 Clusters, 2299 Nebelflecke enthalten sind: welche Zahlen sich indeß nicht auf eine strenge Abgrenzung nach der Polhöhe von Slough beziehen. Wenn in der Topographie des Firmaments beider Hemisphären numerische Verhältnisse angegeben werden müssen; so glaubt der Verfasser auch in solchen Zahlen, die allerdings ihrer Natur wegen nach Verschiedenheit der Zeitepochen und den Fortschritten in der Beobachtung veränderlich sind, nicht unsorgfältig sein zu dürfen. Der „Entwurf zu einem Kosmos" soll streben, den an eine bestimmte Epoche gebundenen Zustand des Wissens zu schildern.

*) „There are between 300 and 400 Nebulae of Sir William Herschel's Catalogue still unobserved by me, for the most part very faint objects . . . . ." heißt es in den Cap-Beobachtungen p. 134.

†) A. a. O. § 7. (Vergl. Dunlop's Cat. of Nebulae and Clusters of the Southern Hemisphere in den Philos. Transact. for 1828 p. 114–146.)

‡) Kosmos Buch III. S. 496.

||) Capreise § 105–107.

der Jungfrau. Diese Zone, welche man die **Nebel-Region der Jungfrau** genannt hat, enthält, wie wir schon oben erwähnt haben, in einem Raume*), welcher den achten Theil der Oberfläche der ganzen Himmelssphäre ausfüllt, 1/3 von der gesammten Nebelwelt. Sie überschreitet wenig den Aequator; nur von dem südlichen Flügel der Jungfrau dehnt sie sich aus bis zur Extremität der Großen Wasserschlange und zum Kopf des Centauren, ohne dessen Füße und das südliche Kreuz zu erreichen. Eine geringere Anhäufung von Nebeln an dem nördlichen Himmel ist die, welche sich weiter als die vorige in die südliche Hemisphäre erstreckt. Sir John Herschel nennt sie die **Nebel-Region der Fische**. Sie bildet eine Zone, von der Andromeda, die sie fast ganz erfüllt, gegen Brust und Flügel des Pegasus, gegen das Band, welches die Fische verbindet, den südlichen Pol der Milchstraße und Fomalhaut hin. Einen auffallenden Contrast mit diesen Anhäufungen macht der öde, **nebelarme Raum** um Perseus, Widder, Stier, Kopf und oberen Leib des Orion; um Fuhrmann, Hercules, Adler und das ganze Sternbild der Leier†). Wenn man aus der in dem Werke über die Cap-Beobachtungen mitgetheilten Uebersicht aller Nebelflecke und Sternhaufen des **nördlichen Catalogs** (von Slough), nach einzelnen Stunden der Rectascension vertheilt, 6 Gruppen von je 4 Stunden zusammenzieht, so erhält man:

RA. 0^h — 4^h	311	RA. 12^h — 16^h	850
4 — 8	179	16 — 20	121
8 — 12	606	20 — 0	239

In der sorgfältigeren Scheidung nach nördlicher und südlicher Declination findet man, daß in den 6 Stunden Rectascension von 9^h — 15^h in der nördlichen Hemisphäre allein 1111 Nebelflecke und Sternhaufen zusammengehäuft sind‡), nämlich:

von 9^h — 10^h	90	von 12^h — 13^h	309
10 — 11	150	13 — 14	181
11 — 12	251	14 — 15	130.

Das eigentliche nördliche Maximum liegt also zwischen 12^h und 13^h, dem nördlichen Pole der Milchstraße sehr nahe. Weiterhin zwischen 15^h und 16^h gegen den Hercules zu ist die Verminderung so plötzlich, daß auf die Zahl 130 unmittelbar 40 folgt.

In der südlichen Hemisphäre ist nicht bloß eine geringere Anzahl von Nebelflecken, sondern auch eine weit gleichförmigere Vertheilung erkannt worden. Nebelleere Räume wechseln dort häufig mit sporadischen Nebeln; eine eigentliche locale Anhäufung, und zwar eine noch gedrängtere als in der **Nebel-Region der Jungfrau** am nördlichen Himmel, findet man nur in der **Großen Magellanischen Wolke**, welche allein an 300 Nebelflecke enthält. Die Gegend zunächst den Polen ist in beiden Hemisphären **nebelarm**, und bis 15° Polar-Distanz ist sie um den südlichen Pol im Verhältniß von 7 zu 4 noch ärmer als um den nördlichen Pol. Der jetzige Nordpol hat einen kleinen Nebelfleck, welcher nur 5 Minuten von ihm entfernt liegt; ein ähnlicher, den Sir John Herschel mit Recht „Nebula Polarissima Australis" nennt (No. 3176 seines Cap-Catalogs; RA. 9^h 27′ 56″, N.P.D. 179° 34′ 14″), steht noch 25 Minuten vom Südpole ab. Diese **Stern-Oedigkeit des Südpols**, der Mangel eines dem unbewaffneten Auge sichtbaren Polarsterns, war schon der Gegenstand bitterer Klagen von Amerigo Vespucci und Vicente Yanez Pinzon, als sie am Ende des 15ten Jahrhunderts weit über den Aequator bis zum Vorgebirge San Augustin vordrangen, und als der Erstere sogar die irrige Meinung aussprach, daß die schöne Stelle des Dante: „Io mi volsi a man destra e posi mente .....," wie die vier Sterne „non viste mai fuor ch'alla prima gente," sich auf antarctische Polarsterne bezögen||).

*) „In this *Region* of *Virgo*, occupying about one-eighth of the whole surface of the sphere, one-third of the entire nebulous contents of the heavens are congregated." Outlines p. 596.

†) Ueber diese barren region s. Capreise § 101 p. 135.

‡) Ich gründe mich in diesen numerischen Angaben auf Summirung derjenigen Zahlen, welche die Projection des nördlichen Himmels (Capreise Pl. XI) darbietet.

||) **Humboldt**, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319. — In der langen Reihe

Wir haben bisher die Nebel in Hinsicht auf ihre Zahl und ihre Vertheilung an der Himmelsdecke, an dem, was wir das Firmament nennen, betrachtet: eine scheinbare Vertheilung, welche man nicht mit der wirklichen in den Welträumen verwechseln muß. Von dieser Untersuchung gehen wir nun zu der wundersamen Verschiedenheit ihrer individuellen Gestaltung über. Diese ist bald regelmäßig (kugelförmig, elliptisch in verschiedenen Graden, ringförmig, planetarisch, oder gleich einer Photosphäre einen Stern umgebend); bald unregelmäßig, und so schwer zu classificiren wie die geballten Wassernebel unseres Luftkreises, die Wolken. Als Normal-Gestalt*) der Nebelflecke am Firmament wird die elliptische (sphäroidische) genannt: die, bei derselben Stärke des Fernrohrs, wenn sie in die kugelförmige übergeht, sich am leichtesten in einen Sternhaufen verwandelt; wenn sie dagegen sehr abgeplattet, nach einer Dimension verlängert und scheibenförmig erscheint, um so schwerer†) auflöslich wird. Allmählige Ueber-

---

von Seefahrten, welche die Portugiesen unter dem Einfluß des Infanten Don Henrique längs der Westküste von Afrika unternahmen, um bis zum Aequator vorzudringen, war der Venetianer Cadamosto (eigentlich genannt Alvise da Ca da Mosto), als er sich mit Antoniotto Usodimare an der Mündung des Senegal 1454 vereinigt hatte, zuerst mit der Lage und Aufsuchung eines Süd-Polarsterns beschäftigt gewesen. „Da ich," sagt er, „noch den Nordpolarstern sehe (er befand sich ohngefähr in 13° nördlicher Breite), so kann ich nicht den südlichen selbst sehen; aber die Constellation, welche ich gegen Süden erblicke, ist der Carro del ostro (der Wagen des Südens.)" (Aloysii Cadam. Navig. cap. 43 p. 32; Ramusio, delle Navigationi et Viaggi Vol. I. p. 107.) Sollte er sich aus einigen großen Sternen des Schiffes einen Wagen gebildet haben? Die Idee, daß beide Pole jeder einen Wagen hätten, scheint damals so verbreitet gewesen zu sein, daß in dem Itinerarium Portugallense 1508 fol. 23, b und in Grynäus, Novus Orbis 1532 p. 58 eine ganz dem Kleinen Bär ähnliche Constellation als von Cadamosto gesehen abgebildet wurde: während Ramusio, Navigationi Vol. I. p. 107) und die neue Collecção de Noticias para a hist. e geogr. das Nações Ultramarinas (T. II. Lisboa 1812 p. 57 cap. 39) statt dessen eben so willkührlich das südliche Kreuz abbilden (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. V. p. 236). Weil man im Mittelalter, wahrscheinlich um die zwei Tänzer, χορευταί, des Hygin (Poet. astron. III, 1), d. i. die Ludentes des Scholiasten zum Germanicus oder Custodes des Vegetius, im Kleinen Wagen zu ersetzen, die Sterne β und γ des Kleinen Bären wegen ihres Kreisens um den nahen Nordpol zu Wächtern dieses Pols (le due Guardie, the Guards) bestellt hatte, und da diese Benennung, wie der Gebrauch der Wächter zu Bestimmung der Polhöhe (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 4–7 p. 183–195), bei den europäischen Piloten aller Nationen in den nördlichen Meeren weit verbreitet war; so führten Trugschlüsse der Analogie ebenfalls dahin, daß man am südlichen Horizont zu erkennen glaubte, was man lange vorher gesucht. Erst als Amerigo Vespucci auf seiner zweiten Reise (Mai 1499 bis Sept. 1500) und Vicente Yañez Pinzon (beide Reisen sind vielleicht eine und dieselbe) in der südlichen Hemisphäre bis zum Cap San Augustin gelangten, beschäftigten sie sich fleißig, aber vergebens, mit dem Aufsuchen eines sichtbaren Sterns in der unmittelbaren Nähe des Südpols. — (Bandini, Vita e Lettere di Amerigo Vespucci 1745 p. 70; Anghiera, Oceanica 1510 Dec. I lib. 9 p. 96; Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 319 und 325.) Der Südpol lag damals in der Constellation des Octanten, so daß β der Kleinen Wasserschlange, wenn man die Reduction nach dem Catalogus von Brisbane macht, noch volle 8° 5' südliche Declination hatte. „Indem ich mit den Wundern des südlichen Himmels beschäftigt war und umsonst einen Süd-Polarstern suchte," sagt Vespucci in dem Briefe an Pietro Francesco de' Medici, „erinnerte ich mich der Worte (de un detto) unseres Dante, als er im 1sten Capitel des Purgatorio fingirt aus einer Hemisphäre in die andere überzugehen, den antarctischen Pol beschreiben will und singt: Io mi volsi a man destra ..... Mein Glaube ist, daß in diesen Versen der Dichter durch seine vier Sterne (non viste mai fuor ch'alla prima gente) den Pol des anderen Firmaments hat bezeichnen wollen. Ich bin um so gewisser, daß dem so sei, als ich in der That vier Sterne sah, die zusammen eine mandorla bildeten und eine geringe (?) Bewegung haben." Vespucci meint das südliche Kreuz, la croce maravigliosa des Andrea Corsali (Brief aus Cochin vom 6. Januar 1515 in Ramusio Vol. I. p. 177), dessen Namen er noch nicht kannte, das später allen Piloten, (wie am Nordpole β und γ des Kleinen Bären) zur Aufsuchung des Südpols Mém. de l'Acad. des Sc. 1666–1699 T. VII. Part. 2. Paris 1729 p. 58) und zu Breiten-Bestimmungen (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 11 p. 204) diente. Vergl. meine Untersuchung der berühmten Stelle des Dante in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. IV p. 319–334. Eben da habe ich auch daran erinnert, daß α des südlichen Kreuzes, mit welchem in neuerer Zeit Dunlop (1826) und Rümker (1836) sich in Paramatta beschäftigt haben, zu den Sternen gehört, deren Vielfachheit am frühesten 1681 und 1687 von den Jesuiten Fontaney, Noël und Richaud erkannt worden ist. (Hist. de l'Acad. dep. 1686–1699 T. II. Par. 1733 p. 19; Mém. de l'Acad. dep. 1666–1699 T. VII, 2. Par. 1729 p. 206; Lettres édifiantes, Recueil VII. 1703 p. 79.) Ein so frühes Erkennen von binären Systemen, lange vor dem von ζ Ursae maj. (Kosmos Buch III. S. 493), ist um so merkwürdiger, als 70 Jahre darauf Lacaille α Crucis nicht als Doppelstern beschreibt: vielleicht weil (wie Rümker vermuthet) damals der Hauptstern und der Begleiter in allzu kleiner Entfernung von einander standen. (Vergl. Sir John Herschel, Capreise § 183–185.) Fast zugleich mit der Doppelheit von α Crucis wurde von Richaud auch die von α Centauri entdeckt und zwar 19 Jahre vor Feuillée's Reise, welchem Henderson diese Entdeckung irrig zuschrieb. Richaud bemerkt: daß zur Zeit des Cometen von 1689 die beiden Sterne, welche den Doppelstern α Crucis bilden, beträchtlich von einander abstanden; daß aber in einem 12füßigen Refractor die beiden Theile von α Centauri zwar deutlichst zu erkennen waren, sich aber fast zu berühren schienen."

*) Capreise § 44 und 104.

†) Kosmos Buch III. S. 458 und Anm. Doch ist es, wie wir schon oben bei den Sternhaufen bemerkt haben (a. a. O. S. 459), Herrn Bond in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, durch die außerordentliche, raumdurchdringende Kraft seines Refractors

gänge der Gestalten vom Runden zum länglich Elliptischen und Pfriemförmigen (Philos. Transact. 1833 p. 494 Pl. IX fig. 19—24) sind mehrfach am Himmel aufzufinden. Die Verdichtung des milchigen Nebels ist stets gegen ein Centrum, bisweilen selbst nach mehreren Centralpunkten (Kernen) zugleich gerichtet. Nur in der Abtheilung der runden oder ovalen Nebel kennt man Doppelnebel, bei denen, da keine relative Bewegung unter den Individuen bemerkbar wird (weil sie fehlt oder außerordentlich langsam ist), das Criterium mangelt, durch welches eine gegenseitige Beziehung zu einander erwiesen werden kann, wie bei Sonderung der physischen von den bloß optischen Doppelsternen. (Abbildungen von Doppelnebeln findet man in den Philos Transact. for the year 1833 fig. 68—71. Vergl. auch Herschel, Outlines of Astr. § 878, Observ. at the Cape of Good Hope § 120.)

Ringförmige Nebel gehören zu den seltensten Erscheinungen. Man kennt deren in der nördlichen Hemisphäre jetzt nach Lord Rosse sieben. Der berühmteste der Nebelringe liegt zwischen β und γ Lyrae (No. 57 Messier, No. 3023 des Catalogs von Sir John Herschel), und ist 1779 von Darquier in Toulouse entdeckt, als der von Bode aufgefundene Comet in seine Nähe kam. Er ist fast von der scheinbaren Größe der Jupitersscheibe, und elliptisch im Verhältniß seiner Durchmesser wie 4 zu 5. Das Innere des Ringes ist keinesweges schwarz, sondern etwas erleuchtet. Schon Sir William Herschel hatte einige Sterne im Ringe erkannt, Lord Rosse und Bond haben ihn ganz aufgelöst *). Vollkommen schwarz in der Höhlung des Ringes sind dagegen die schönen Nebelringe der südlichen Hemisphäre No. 3680 und 3686. Der letztere ist dazu nicht elliptisch, sondern vollkommen rund †); alle sind wahrscheinlich ringförmige Sternhaufen. Mit der zunehmenden Mächtigkeit optischer Mittel erschienen übrigens im allgemeinen sowohl elliptische als ringförmige Nebelflecke in ihren Umrissen weniger abgeschlossen. In dem Riesenfernrohr des Lord Rosse zeigt sich sogar der Ring der Leier wie eine einfache Ellipse mit sonderbar divergirenden, fadenförmigen Nebel-Ansätzen. Besonders auffallend ist die Umformung eines für schwächere Fernröhre einfach elliptischen Nebelfleckes in Lord Rosse's Krebs-Nebel (Crab-Nebula).

Weniger selten als Ringnebel, aber doch nach Sir John Herschel nur 25 an Zahl, von denen fast 3/4 in der südlichen Hemisphäre liegen, sind die sogenannten planetarischen Nebelflecke, welche zuerst Herschel der Vater entdeckt hat und welche zu den wundersamsten Erscheinungen des Himmels gehören. Sie haben die auffallendste Aehnlichkeit mit Planetenscheiben. Der größere Theil ist rund oder etwas oval; bald scharf begrenzt, bald verwaschen und dunstig an den Rändern. Die Scheiben vieler haben ein sehr gleichförmiges Licht, andere sind wie gesprenkelt oder schwach gefleckt (mottled or of a peculiar texture, as if curdled). Man sieht nie Spuren einer Verdichtung gegen das Centrum. Fünf planetarische Nebelflecke hat Lord Rosse als Ringnebel erkannt, mit 1 oder 2 Centralsternen. Der größte planetarische Nebelfleck liegt im Großen Bären (unfern β Ursae maj.), und wurde von Méchain 1781 entdeckt. Der Durchmesser der Scheibe ‡) ist 2′ 40″. Der planetarische Nebel im südlichen Kreuz (No. 3365, Capreise p. 100) hat bei einer Scheibe von kaum 12″ Durchmesser doch die Helligkeit eines Sterns 6 . 7ter Größe. Sein Licht ist

geglückt, den sehr länglich gestreckten, elliptischen Nebel der Andromeda, welcher nach Bouillaud schon vor Simon Marius 985 und 1428 beschrieben wurde und einen röthlichen Schimmer hat, gänzlich aufzulösen. In der Nachbarschaft dieses berühmten Nebelfleckes befindet sich der noch unaufgelöste, aber in Gestaltung sehr ähnliche, welchen meine, in hohem Alter dahingeschiedene, allgemein verehrte Freundin, Miß Carolina Herschel, am 27. August 1783 entdeckte (Philos. Transact. 1833 No. 61 des Verzeichnisses der Nebelflecke, fig. 52).

*) Annular Nebula: Capreise p. 53, Outlines of Astr. p. 602; Nébuleuse perforée: Arago im Annuaire pour 1842 p. 423; Bond in Schum. Astr. Nachr. No. 611.

†) Capreise p. 114 Pl. VI fig. 3 und 4; vergl. auch No. 2072 in den Philos. Transact. for 1833 p. 466. Lord Rosse's Abbildungen des Ringnebels in der Leier und der sonderbaren Crab-Nebula s. in Nichol's Thoughts on the System of the World p. 21 Pl. IV und p. 22 Pl. I fig. 5.

‡) Betrachtet man den planetarischen Nebelfleck im Großen Bär als eine Sphäre von 2′ 40″ scheinbaren Durchmessers „und nimmt die Entfernung derselben gleich der bekannten von 61 Cygni: so erhält man einen wirklichen Durchmesser der Sphäre, der 7mal größer wäre als die Bahn, welche Neptun beschreibt.“ Outlines § 876.

indigoblau; und eine solche bei Nebelflecken merkwürdige Färbung findet sich auch bei drei anderen Gegenständen derselben Form, in denen jedoch das Blau eine geringere Intensität hat*). Die blaue Färbung einiger planetarischen Nebel spricht gar nicht gegen die Möglichkeit, daß sie aus kleinen Sternen zusammengesetzt sind; denn wir kennen blaue Sterne nicht bloß in beiden Theilen eines Doppelsternpaars, sondern auch ganz blaue Sternhaufen, oder solche, die mit rothen und gelben Sternchen vermischt sind †).

Die Frage: ob die planetarischen Nebelflecke sehr ferne Nebelsterne sind, in denen der Unterschied zwischen einem erleuchtenden Centralsterne und der ihn umgebenden Dunsthülle für unser telescopisches Sehen verschwindet; habe ich schon in dem Anfange des Naturgemäldes berührt ‡). Möchte durch Lord Rosse's Riesentelescop doch endlich die Natur so wunderbarer planetarischer Dunstscheiben erforscht werden! Wenn es schon so schwierig ist, sich von den verwickelten dynamischen Bedingungen einen klaren Begriff zu machen, unter denen in einem kugelrunden oder sphäroidisch abgeplatteten Sternhaufen die rotirenden, zusammengedrängten und gegen das Centrum hin specifisch dichteren Sonnen (Fixsterne) ein System des Gleichgewichts bilden ||); so nimmt diese Schwierigkeit noch mehr in denjenigen kreisrunden, wohlumgrenzten, planetarischen Nebelscheiben zu, welche eine ganz gleichförmige im Centrum gar nicht verstärkte Helligkeit zeigen. Ein solcher Zustand ist mit der Kugelform (mit dem Aggregat-Zustande vieler tausend Sternchen) weniger als mit der Idee einer gasförmigen Photosphäre zu vereinigen, die man in unserer Sonne mit einer dünnen, undurchsichtigen oder doch sehr schwach erleuchteten Dunstschichte bedeckt glaubt. Scheint das Licht in der planetarischen Nebelscheibe nur darum so gleichförmig verbreitet, weil wegen großer Ferne der Unterschied zwischen Centrum und Rand verschwindet?

Die vierte und letzte Formgattung der regelmäßigen Nebel sind William Herschel's Nebelsterne (Nebulous Stars): d. i. wirkliche Sterne, mit einem milchigen Nebel umgeben, welcher sehr wahrscheinlich in Beziehung zu dem Centralsterne steht und von diesem abhängt. Ob der Nebel, welcher nach Lord Rosse und Mr. Stoney bei einigen ganz ringförmig erscheint (Phil. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 15 und 16), selbstleuchtend ist und eine Photosphäre wie bei unserer Sonne bildet, ob er (was wohl weniger wahrscheinlich) von der Centralsonne bloß erleuchtet wird: darüber herrschen sehr verschiedenartige Meinungen. Derham und gewissermaßen auch Lacaille, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung viele Nebelsterne aufgefunden, glaubten, daß die Sterne weit vor den Nebeln ständen und sich auf diese projicirten. Mairan scheint zuerst (1731) die Ansicht ausgesprochen zu haben, daß die Nebelsterne von einer Licht-Atmosphäre umgeben seien, die ihnen angehöre ¶). Man findet selbst größere Sterne (z. B. 7ter Größe, wie in No. 675 des Cat. von 1833), deren Photosphäre einen Durchmesser von 2 bis 3 Minuten hat **).

Eine Classe von Nebelflecken, welche von der bisher beschriebenen sogenannten regelmäßigen und immer wenigstens schwach begrenzten gänzlich abweicht, sind die großen

*) Outlines p. 603, Capreise § 47. Ein orangenrother Stern 8m ist in der Nähe von No. 3365; aber der planetarische Nebel bleibt auch dann tief indigblau, wenn der rothe Stern nicht im Felde des Telescops ist. Die Färbung ist also nicht Folge des Contrastes.

†) Kosmos Buch III. S. 455, 498 u. Anm. Der Begleiter und der Hauptstern sind blau oder bläulich in mehr als 63 Doppelsternen. Indigblaue Sternchen sind eingemengt in den prachtvollen, vielfarbigen Sternhaufen No. 3435 des Capcat. (Dunlop's Cat. No. 301). Ein ganzer einförmig blauer Sternhaufen steht am südlichen Himmel (No. 573 von Dunlop, No. 3770 von John Herschel). Es hat derselbe 3½ Minuten im Durchmesser, mit Ausläufern von 8 Minuten Länge; die Sternchen sind 14ter und 16ter Größe. (Capreise p. 119.)

‡) Kosmos Buch I. S. 39 u. Anm. Vergl. Outlines § 877.

||) Ueber die Verwickelung der dynamischen Verhältnisse bei den partiellen Attractionen im Inneren eines kugelrunden Sternhaufens, welcher für schwache Telescope als ein runder, gegen das Centrum dichterer Nebelfleck erscheint, s. Sir John Herschel in: Outl. of Astr. § 866 und 872, Capreise § 44 und 111 bis 113, Philos. Transact. for 1833 p. 501. Address of the President in dem Report of the 15 h meeting of the British Association 1845 p. XXXVII.

¶) Mairan, Traité de l'Aurore boréale p. 263 Arago im Annuaire pour 1842 p. 403–413).

**) Andere Beispiele von Nebelsternen sind nur 8m bis 9m: wie No. 311 und 450 des Cat. von 1833 fig. 31, mit Photosphären von 1′ 30″ (Outlines § 879).

Nebelmassen von unregelmäßiger Gestaltung. Sie zeichnen sich durch die verschiedenartigsten unsymmetrischen Formen mit unbestimmten Umrissen und verwaschenen Rändern aus. Es sind räthselhafte Naturerscheinungen sui generis, die hauptsächlich zu den Meinungen von der Existenz kosmischen Gewölkes und selbstleuchtender Nebel, welche in den Himmelsräumen zerstreut und dem Substratum des Thierkreislichtes ähnlich seien, Anlaß gegeben haben. Einen auffallenden Contrast bieten solche irreguläre Nebel dar, die mehrere Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedecken, mit der kleinsten aller regulären, isolirten und ovalen Nebelscheiben, welche die Lichtstärke eines telescopischen Sterns 14ter Größe hat, und zwischen dem Altar und dem Paradiesvogel in der südlichen Hemisphäre liegt*). Nicht zwei von den unsymmetrischen, diffusen Nebelmassen gleichen einander†); aber, setzt nach vieljähriger Beobachtung Sir John Herschel hinzu, „was man in allen erkennt und was ihnen einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, ist, daß alle in oder sehr nahe den Rändern der Milchstraße liegen, ja als Ausläufer von ihr betrachtet werden können." Dagegen sind die regelmäßig gestalteten, meist wohlumgrenzten, kleinen Nebelflecke theils über den ganzen Himmel zerstreut, theils zusammgedrängt fern von der Milchstraße in eigenen Regionen: in der nördlichen Hemisphäre in den Regionen der Jungfrau und der Fische. Sehr entfernt von dem sichtbaren Rande der Milchstraße (volle 15°) liegt allerdings die große irreguläre Nebelmasse im Schwerdt des Orion; doch aber gehört auch sie vielleicht der Verlängerung des Zweiges der Milchstraße an, welcher von α und ε des Perseus sich gegen Aldebaran und die Hyaden zu verlieren scheint und dessen wir schon oben (Kosmos Buch III. S. 461) erwähnt haben. Die schönsten Sterne, welche der Constellation des Orion ihre alte Berühmtheit gegeben, werden ohnedies zu der Zone sehr großer und wahrscheinlich uns naher Gestirne gerechnet, deren verlängerte Richtung ein durch ε Orionis und α Crucis gelegter größter Kreis in der südlichen Milchstraße bezeichnet‡).

Eine früher weit verbreitete||) Meinung von einer Milchstraße der Nebelflecke, welche die Milchstraße der Sterne ohngefähr rechtwinklig schneide, ist durch neuere und genauere Beobachtungen über Verbreitung der symmetrischen Nebelflecke am Himmelsgewölbe keinesweges¶) bestätigt worden. Es giebt allerdings, wie eben erinnert worden ist, sehr große Anhäufungen an dem nördlichen Pole der Milchstraße, auch eine ansehnliche Fülle bei den Fischen am südlichen Pole; aber eine Zone, welche diese Pole mit einander verbände und durch Nebelflecke bezeichnet würde, kann der vielen Unterbrechungen wegen nicht als ein größter Zirkel aufgefunden werden. William Herschel hatte 1784, am Schlusse der ersten Abhandlung über den Bau des Himmels, diese Ansicht auch nur mit der, den Zweifel nicht ausschließenden Vorsicht entwickelt, welche eines solchen Forschers würdig war.

Von den unregelmäßigen oder vielmehr unsymmetrischen Nebeln sind einige (im Schwerdt des Orion, bei η Argûs, im Schützen und im Schwan) merkwürdig durch ihre

*) Capreise p. 117 No. 3727, Pl. VI, fig. 16.

†) Merkwürdige Formen der unregelmäßigen Nebel sind: die omega-artige (Capreise Pl. II. fig. 1 No. 2008; auch untersucht und beschrieben von Lamont und einem hoffnungsvollen, der Wissenschaft zu früh entrissenen, nordamerikanischen Astronomen, Mr. Mason, in den Mem. of the Amer. Philos. Soc. Vol. VII. p. 177); ein Nebel mit 6 bis 8 Kernen (Capreise p. 19 Pl. III fig. 4); die cometenartigen, büschelförmigen, in denen die Nebelstrahlen bisweilen wie von einem Stern 9m ausgehen (Pl. VI. fig. 18 No. 2534 und 3688); ein Silhouetten-Profil, büstenartig (Pl. IV fig. 4 No. 3075); eine Spaltöffnung, die einen fadenförmigen Nebel einschließt (No. 3501 Pl. IV. fig. 2). Outlines § 883, Capreise § 121.

‡) Kosmos Buch III. S. 461; Outlines § 785.

||) Kosmos Buch I. S. 75 und Anmerk.); Sir John Herschel, erste Ausgabe des Handbuchs der Astronomie (a Treatise on Astronomy 1833, in Lardner's Cabinet Cyclopaedia) § 616; Littrow, theoretische Astronomie 1834 Th. II. § 234.

¶) S. Edinb. Review Jan. 1848 p. 187 und Capreise § 96 und 107. „A zone of nebulae," sagt Sir John Herschel, „encircling the heavens, has so many interruptions and is so faintly marked out through by far the greater part of the circumference, that its existence as such can be hardly more than suspected."

außerordentliche Größe, andere (No. 27 und 51 des Verzeichnisses von Messier) durch ihre besondere Gestalt.

Was den großen Nebelfleck im Schwerdte des Orion betrifft, so ist schon früher bemerkt worden, daß Galilei, der sich so viel mit den Sternen zwischen dem Gürtel und dem Schwerdt des Orion beschäftigt*), ja eine Karte dieser Gegend entworfen hat, nie dieselben erwähnt. Was er Nebulosa Orionis nennt und neben Nebulosa Praesepe abbildet, erklärt er ausdrücklich für eine Anhäufung kleiner Sterne (stellarum constipatarum) im Kopfe des Orion. In der Zeichnung, die in dem Sidereus Nuncius § 20 von dem Gürtel bis zum Anfang des rechten Schenkels (α Orionis) reicht, erkenne ich über dem Stern ι den vielfachen Stern ϑ. Die Vergrößerungen, welche Galilei anwandte, erhoben sich von der achtmaligen nur zur dreißigmaligen. Da der Nebel im Schwerdte nicht isolirt steht, sondern in unvollkommenen Fernröhren oder bei trüber Luft eine Art Hof um den Stern ϑ bildet, so möchte dem großen Florentiner Beobachter deshalb seine individuelle Existenz und seine Gestaltung entgangen sein. Es war derselbe ohnedies wenig zur Annahme von Nebeln geneigt†). Erst 14 Jahre nach Galilei's Tode, im Jahr 1656, entdeckte Huygens den großen Orions-Nebel; er gab eine rohe Abbildung desselben in dem Systema saturninum, das 1659 erschien. „Als ich," sagt der große Mann, „durch einen Refractor von 23 Fuß Focallänge die veränderlichen Streifen des Jupiter, einen dunklen Centralgürtel im Mars und einige schwache Phasen des Planeten beobachtete; ist mir in den Fixsternen eine Erscheinung vorgekommen, welche meines Wissens bisher noch von Niemand beobachtet worden ist und nur durch solche große Fernröhre genau erkannt werden kann, als ich anwende. Im Schwerdt des Orions werden von den Astronomen drei Sterne aufgezählt, die sehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahre 1656 den mittleren dieser Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten sich mir statt eines einzelnen Sernes zwölf, was (bei Fernröhren) allerdings nichts seltenes ist. Von diesen waren (wieder) drei fast einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: so daß der Raum um sie her, gestaltet, wie er in der beigefügten Figur gezeichnet ist, viel heller erschien als der übrige Himmel. Dieser war gerade sehr heiter und zeigte sich ganz schwarz; es war daher die Erscheinung, als gebe es hier eine Oeffnung (hiatus), eine Unterbrechung. Alles dies sah ich bis auf den heutigen Tag, mehrmals und in derselben Gestalt unverändert: also, daß dies Wunderwesen, was es auch sein möge, dort seinen Sitz wahrscheinlich für immer hat. Etwas ähnliches habe ich bei den übrigen Fixsternen nie gesehen." (Der 54 Jahre früher von Simon Marius beschriebene Nebelfleck der Andromeda war ihm also unbekannt oder hatte ihm wenig Interesse erregt!) „Was man sonst für Nebel hielt," setzt Huygens hinzu, „selbst die Milchstraße, durch Fernröhre betrachtet, zeigen nichts nebelartiges, und sind nichts anderes als eine in Haufen zusammengedrängte Vielzahl von Sternen‡)." Die Lebhaftigkeit dieser ersten Beschreibung zeugt von der Frische und Größe

*) Es ist wohl kein Zwe[illegible] schreibt Dr. Galle, daß in der Zeichnung (Op[illegible] [illegible]l. Padova 1744, T. II. p. 14 No. 20), [illegible] mittheilen, auch der Gürtel des Orion u[illegible] [illegible] mit enthalten sind, folglich auch der S[illegible] [illegible] der augenfälligen Ungenauigkeit der [illegible] [illegible] drei kleinen Sterne am Schwerdte, [illegible] die (für das unbewaffnete Auge) [illegible] [illegible]en, schwer herauszufinden. [illegible] den Stern ι richtig bezeichne[illegible] Stern rechts daneben oder [illegible] über ϑ ist." Galilei sagt [illegible] tegram Orionis Constella[illegible] rum; verum, ab ingenti [illegible] vero inopia obrutus, aggr[illegible] occasionem distuli." Die Be[illegible] [illegible]stellation des Orion [illegible] [illegible], die er zwischen [illegible] Schwerdte auf 10 Quadratgraden zu zählen glaubte (Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208), spät noch Lambert (cosmolog. Briefe 1760 S. 155) zu der unrichtigen Schätzung von 1650000 Sternen am ganzen Firmament (Struve, Astr. stellaire p. 14 und note 16) verleiteten.

†) Kosmos Buch II. S. 369.

‡) „Ex his autem tres illae pene inter se contiguae stellae, cumque his aliae quatuor, velut trans nebulam lucebant: ita ut spatium circa ipsas, qua forma [illegible] conspicitur, multo illustrius appareret re[illegible] [illegible]elo; quod cum apprimo serenum esset [illegible] nigerrimum, velut hiatu quodam in[illegible] [illegible], per quem in plagam magis [illegible]us. Idem vero in hanc usque [illegible] facie saepius atque eodem loco [illegible] tuam illic sedem habere [illegible] portenti: cui certe si-

des Eindrucks; aber welch ein Abstand von dieser ersten Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts und den, etwas weniger unvollkommenen von Picard, Le Gentil und Messier bis zu den herrlichen Zeichnungen von Sir John Herschel (1837) und William Cranch Bond (1848), dem Director der Sternwarte zu Cambridge in den V. St. von Nordamerika *)!

Der erste unter den zwei zuletzt genannten Astronomen hat den großen Vorzug †) gehabt, den Orions-Nebel seit 1834 am Vorgebirge der guten Hoffnung in einer Höhe von 60° und mit einem 20füßigen Reflector zu beobachten und seine frühere ‡) Abbildung von 1824—1826 noch zu vervollkommnen. In der Nähe von ϑ Orionis wurde die Position von 150 Sternen, meist 15ter bis 18ter Größe, bestimmt. Das berühmte Trapez, das nicht von Nebel umgeben ist, wird von vier Sternen 4^m, 6^m, 7^m und 8^m gebildet. Der 4te Stern ward (1666?) von Dominicus Cassini in Bologna ||) entdeckt; der 5te (γ') im Jahr 1826 von Struve; der 6te, welcher 13ter Größe ist (a'), im Jahr 1832 von Sir John Herschel. Der Director der Sternwarte des Collegio Romano, de Vico, hat angekündigt, im Anfange des Jahres 1839 durch seinen großen Refractor von Cauchoix innerhalb des Trapezes selbst noch drei andere Sterne aufgefunden zu haben. Sie sind von Herschel dem Sohne und von William Bond nicht gesehen worden. Der Theil des Nebels, welcher dem fast unnebligen Trapez am nächsten liegt und gleichsam den vorderen Theil des Kopfes, über dem Rachen, die Regio Huygeniana, bildet; ist fleckig, von körniger Textur, und durch das Riesentelescop des Earl of Rosse wie in dem großen Refractor von Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in Sternhaufen aufgelöst ¶). Unter den genauen neuen Beobachtern haben auch Lamont in München, Cooper und Lassell in England viele Positionen kleiner Sterne bestimmt; der erstere hat eine 1200malige Vergrößerung angewandt. Von Veränderungen in dem relativen Glanze und den Umrissen des großen Orions-Nebels glaubte Sir William Herschel sich durch Vergleichung seiner eigenen, mit denselben Instrumenten angestellten Beobachtungen von 1783—1811 überzeugt zu haben **). Bouillaud und Le Gentil hatten eben dies vom Nebel der Andromeda behauptet. Die gründlichen Untersuchungen von Herschel dem Sohne machen diese, für erwiesen gehaltenen, kosmischen Veränderungen auf das wenigste überaus zweifelhaft.

Großer Nebelfleck um η Argûs. — Es liegt derselbe in der, durch ihren pracht-

---

mile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam caeterae nebulosae olim existimatae, atque ipsa via lactea, perspicillo inspectae, nullas nebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plurium stellarum congeries et frequentia." Christiani Hugenii Opera varia Lugd. Bat. 1724 p. 540-541. Die Vergrößerung, welche Huygens in seinem 23füßigen Refractor anwandte, schätzte er selbst nur hundertfach (p. 538). Sind die quatuor stellae trans nebulam lucentes die Sterne des Trapez? Die kleine, sehr rohe Zeichnung (Tab. XLVII fig. 4, phenomenon in Orione novum) stellt nur eine Gruppe von 3 Sternen dar: allerdings neben einem Einschnitte, welchen man für den Sinus magnus halten möchte. Vielleicht sind nur die 3 Sterne im Trapez, welche 4ter bis 7ter Größe sind, verzeichnet. Auch rühmt Dominicus Cassini, daß der vierte Stern erst von ihm gesehen worden sei.

*) William Cranch Bond in den Transact. of the American Acad. of Arts and Sciences, new Series, Vol. III. p. 87-96.

†) Capreise § 54-69 Pl. VIII; Outlines § 837 und 885 Pl. IV, fig. 1.

‡) Sir John Herschel in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. II. 1824 p. 487-495 Pl. VII und VIII. Die letztere Abbildung giebt die Nomenclatur der einzelnen Regionen des von so vielen Astronomen durchforschten Orions-Nebels.

||) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II, p. 700. Cassini rechnete die Erscheinung dieses vierten Sternes („aggiunta della quarta stella alle tre contigue") zu den Veränderungen, welche der Orions-Nebel in seiner Zeit erlitten habe.

¶) „It is remarkable that within the area of the trapezium no nebula exists. The brighter portion of the nebula immediately adjacent to the trapezium, forming the square front of the head, is shown with the 18-inch reflector broken up into masses, whose mottled and curdling light evidently indicates by a sort of granular texture its consisting of stars; and when examined under the great light of Lord Rosse's reflector, or the exquisite defining power of the great achromatic at Cambridge, U. S., it is evidently perceived to consist of clustering stars. There can therefore be little doubt as to the whole consisting of stars, too minute to be discerned individually even with the powerful aids, but which become visible as points of light when closely adjacent in the more crowded parts." (Outlines p. 609.) William C. Bond, der einen 23füßigen, mit einem 14zölligen Objectiv versehenen Refractor anwandte, sagt: „there is a great diminution of light in the interior of the Trapezium, but no suspicion of a star." (Mem. of the Amer. Acad., new Serie Vol. III, p. 93).

**) Philos. Transact. for the ear 1811 Vol. CI, p. 324.

vollen Lichtglanz so ausgezeichneten Region der Milchstraße, welche sich von den Füßen
Centaur durch das südliche Kreuz nach dem mittleren Theile des Schiffes hinzieht.
Licht, welches diese Region ausgießt, ist so außerordentlich, daß ein genauer, in der
penwelt von Indien heimischer Beobachter, der Capitän Jacob, ganz mit meiner vier
rigen Erfahrung übereinstimmend, bemerkt: man werde, ohne die Augen auf den Him
zu richten, durch eine plötzliche Zunahme der Erleuchtung an den **Aufgang** des Kre
und der dasselbe begleitenden Zone erinnert*). Der Nebelfleck, in dessen Mitte der d
seine Intensitäts-Veränderungen so berühmt gewordene†) Stern η Argûs liegt, be
über $^4/_7$ eines Quadratgrades der Himmelsdecke. Der Nebel selbst, in viele unförm
Massen vertheilt, die von ungleicher Lichtstärke sind, zeigt nirgends das **gesprenke
körnige** Ansehen, welches die Auflösung ahnden läßt. Er umschließt ein sonderbar
formtes, **leeres**, mit einem sehr schwachen Lichtschein bedecktes, ausgeschweiftes Lem
cat-Oval. Eine schöne Abbildung der ganzen Erscheinung, die Frucht von zweimonatl
Messungen, findet sich in den Cap-Beobachtungen von Sir John Herschel‡). Dieser
in dem Nebelfleck von η Argûs nicht weniger als 1216 Positionen von Sternen, meist
bis 16^m, bestimmt. Die Reihenfolge derselben erstreckt sich noch weit außerhalb des Ne
in die Milchstraße hinein, wo sie sich auf den schwärzesten Himmelsgrund projiciren und
ihm abheben. Sie stehen daher wohl in keiner Beziehung zu dem Nebel selbst und li
wahrscheinlich weit vor ihm. Die ganze benachbarte Gegend der Milchstraße ist übri
so reich an Sternen (nicht Sternhaufen), daß zwischen RA. 9^h 50′ und 11^h 34′ durch
telescopischen Aich-Proceß (star-gauges) für einen jeden mittleren Quadratgrad 3
Sterne gefunden worden sind. Diese Sternmenge steigt sogar bis 5093 in den Aichu
(sweeps) für RA. 11^h 24′; das sind für einen Quadratgrad Himmelsgewölbe mehr St
als dem unbewaffneten Auge am Horizont von Paris oder Alexandrien Sterne 1ster
6ter Größe sichtbar werden ||).

Der Nebelfleck im Schützen. — Er ist von beträchtlicher Größe, wie aus vier
zelnen Massen zusammengesetzt (RA. 17^h 53′, N. P. D. 114° 21′), deren eine wiede
dreitheilig ist. Alle sind durch nebelfreie Stellen unterbrochen, und das Ganze war f
von Messier unvollkommen gesehen¶).

Die Nebelflecke im Schwan: — mehrere irreguläre Massen, von denen eine e
sehr schmalen, getheilten Strang bildet, welcher durch den Doppelstern η Cygni geht.
Zusammenhang der so ungleichen Nebelmassen durch ein sonderbares zellenartiges Ge
hat zuerst Mason erkannt**).

Der Nebelfleck im Fuchse: — von Messier unvollkommen gesehen, No. 27 se
Verzeichnisses; aufgefunden bei Gelegenheit der Beobachtung des Bode'schen Cometen
1779. Die genaue Bestimmung der Position (RA. 19° 52′, N. P. D. 67° 43′) un
erste Abbildung sind von Sir John Herschel. Es erhielt der Nebelfleck, der eine nicht
regelmäßige Gestalt hat, zuerst den Namen Dumb-bell, bei Anwendung eines Reflec
mit 18zölliger Oeffnung (Philos. Transact. for 1833 No. 2060 fig. 26; Outlines § 8
Die Aehnlichkeit mit den Dumb-bells (eisernen, bleigefüllten, lederüberzogenen Kolben
beiden Seiten kugelförmig endigend, deren man sich in England zur Stärkung der Mu
gymnastisch bedient) ist in einem Reflector von Lord Rosse††) mit dreifüßiger Oeffnung

---

*) Such is the general blaze from that part of the sky," sagt der Capitän **Jacob** (Bombay Engineers) zu Punah, „that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon." Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 4. p. 445.

†) **Kosmos** Buch III. S. 480 und 481.

‡) Capreise § 70–90 Pl. IX, Outlines § 887 P
fig. 2.

||) **Kosmos** Buch II. S. 246.

¶) Capreise § 24 Pl. I fig. 1 No. 3721 des
Outl. § 888.

**) Nebel im Schwan, theilweise RA. 20^h 49
P. D. 58° 27′ Outlines § 891). Vergl. Cat. von
No. 2092, Pl. XI. fig. 34.

††) Vergl. die Abbildungen Pl. II. fig. 2 mit
in den Thoughts on some important points rel

schwunden (s. dessen wichtige neueste Abbildung, Philos. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII. fig. 17). Die Auflösung in zahlreiche Sterne gelang ebenfalls, aber die Sterne blieben mit Nebel gemischt.

Der Spiral-Nebelfleck im nördl. Jagdhunde. — Er wurde von Messier aufgefunden am 13. October 1773 (bei Gelegenheit des von ihm entdeckten Cometen) am linken Ohre des Asterion, sehr nahe bei η (Benetnasch) am Schwanz des Großen Bären (No. 51 Messier, und 1622 des großen Verzeichnisses in den Philos. Transact. 1833 p. 496 fig. 25); eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Firmamente, sowohl wegen der wundersamen Gestaltung des Nebels, als wegen der unerwarteten, formumwandelnden Wirkung, welche der 6füßige Spiegel des Lord Rosse auf ihn ausgeübt hat. In dem 18zölligen Spiegeltelescop von Sir John Herschel zeigte sich der Nebelfleck kugelrund, von einem weit abstehenden Ringe umgeben, so daß er gleichsam ein Bild unserer Sternschicht und ihres Milchstraßen-Ringes darstellte *). Das große Telescop von Parsonstown verwandelte aber im Frühjahr 1845 das Ganze in ein schneckenartig gewundenes Tau, in eine leuchtende Spira, deren Windungen uneben erscheinen, und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, körnige, kugelrunde Knoten auslaufen. Dr. Nichol hat eine Abbildung dieses Gegenstandes (dieselbe, welche Lord Rosse der Gelehrten-Versammlung in Cambridge 1845 vorlegte) bekannt gemacht †). Die vollkommenste ist aber die von Mr. Johnstone Stoney, Philos. Transact. 1850 Part 1. Pl. XXXV fig. 1. Ganz ähnliche Spiralform haben No. 99 Messier, mit einem einzigen Central-Nucleus, und andere nördliche Nebel.

Es bleibt noch übrig, ausführlicher als es in dem allgemeinen Naturgemälde ‡) hat geschehen können, von einem Gegenstande zu reden, welcher in der Welt der Gestaltungen, die das gesammte Firmament darbietet, einzig ist, ja, wenn ich mich so ausdrücken darf, die landschaftliche Anmuth der südlichen Himmelsgefilde erhöht. Die beiden Magellanischen Wolken, welche wahrscheinlich zuerst von portugiesischen, dann von holländischen und dänischen Piloten Cap-Wolken genannt wurden ||), fesseln, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, durch ihren Lichtglanz, ihre sie individualisirende Isolirtheit, ihr gemeinsames Kreisen um den Südpol, doch in ungleichen Abständen, auf das lebhafteste die Aufmerksamkeit des Reisenden. Daß diejenige Benennung, welche sich auf Magellan's Weltumseglung bezieht, nicht die ältere sei, wird durch die ausdrückliche Erwähnung und Beschreibung der kreisenden Lichtwolken von dem Florentiner Andrea Corsali in der Reise nach Cochin und von dem Secretär Ferdinands des Catholischen, Petrus Martyr de Anghiera, in seinem Werke de rebus Oceanicis et Orbe novo (Dec. I lib. IX p. 96 widerlegt ¶). Die hier bezeichneten Angaben sind beide vom Jahr 1515: während Pigafetta, der Begleiter Magellan's, in seinem Reisejournale der nebbiette nicht eher als im Januar 1521 gedenkt, wo das Schiff Victoria aus der patagonischen Meerenge in die Südsee gelangte. Der sehr alte Name Cap-Wolken ist übrigens nicht durch die Nähe der, noch südlicheren Constellation des Tafelberges entstanden, da letztere erst von Lacaille eingeführt worden ist. Die Benennung könnte eher eine Beziehung haben auf den wirklichen Tafelberg und auf die, lange von den Seeleuten gefürchtete, sturmverkündende

---

to the System of the World 1846 (von Dr. Nichol, Professor der Astronomie zu Glasgow) p. 22. „Lord Rosse describes and figures this Nebula as resolved into numerous stars, *with intermixed nebula,*" sagt Sir John Herschel in den Outlines p. 607.

*) Kosmos Buch I. S. 75 und Anmerkung ‡), wo der Nebelfleck No. 1622 a brother-system genannt ist.

†) Report of the 15th meeting of the British Association for the advancement of Science, Notices p. 4; Nichol, Thoughts p. 23 (vergl. Pl. II fig. 1 mit Pl. VI). In den Outlines § 882 heißt es: „the whole, if not clearly resolved into stars, has a *resolvable* character, which evidently indicates its composition."

‡) Kosmos Buch I. S. 39 und Anm. *).

||) Lacaille in den Mém. de l'Acad. Année 1755 p. 195. Es ist eine schädliche Verwirrung der Terminologie, wie Horner und Littrow, auch die Kohlensäcke Magellanische Flecken oder Cap-Wolken zu nennen.

¶) Kosmos Buch II. S. 345 und Anm. *).

Erscheinung einer kleinen Wolke auf seinem Gipfel. Wir werden bald [illegible]
Nubeculae, in der südlichen Hemisphäre lange bemerkt, aber [illegible]
Ausdehnung der Schifffahrt und zunehmender Belebtheit gewisser [illegible]
nungen erschienen, welche durch diese Handelsstraßen selbst veranlaßt [illegible]

Die frequente Beschiffung des indischen Meeres, welches das [illegible]
am frühesten, besonders seit der Zeit der Lagiden und der [illegible]
den dem antarktischen Pole nahen Gestirnen bekannt gemacht. [illegible]
man wie bereits oben erwähnt worden ist, schon in der Mitte des [illegible]
einen Namen für die größere der Magellanischen Wolken. [illegible]

[illegible]

Wichtigkeit eines solchen Handelsweges ist wegen des gemeinsamen Zieles aller west-afrikanischen Reisen die Veranlassung gewesen, daß den beiden südlichen Nebelwolken die Benennung Cap-Wolken von den Piloten, als sonderbarer, auf Capreisen gesehener Himmelserscheinungen, beigelegt wurde.

An der Ostküste von Amerika haben die fortgesetzten Bestrebungen, bis jenseits des Aequators, ja bis an die Südspitze des Continents, vorzudringen, von der Expedition des Alonso de Hojeda, welchen Amerigo Vespucci begleitete (1499), bis zu der Expedition von Magellan mit Sebastian del Cano (1521) und von Garcia de Loaysa *) mit Francisco de Hoces (1525), die Aufmerksamkeit der Seefahrer ununterbrochen auf die südlichen Gestirne gerichtet. Nach den Tagebüchern, die wir besitzen, und nach den historischen Zeugnissen von Anghiera ist dies vorzugsweise geschehen bei der Reise von Amerigo Vespucci und Vicente Yanez Pinzon, auf welcher das Vorgebirge San Augustin (8° 20′ südl. Br.) entdeckt wurde. Vespucci rühmt sich drei Canopen (einen dunklen, Canopo fosco, und zwei Canopi risplendenti) gesehen zu haben. Nach einem Versuche, welchen Ideler, der scharfsinnige Verfasser der Werke über die Sternnamen und die Chronologie, gemacht hat, Vespucci's sehr verworrene Beschreibung des südlichen Himmels in dem Briefe an Pierfrancesco de' Medici, von der Parthei der Popolani, zu erläutern, gebrauchte jener das Wort Canopus auf eine eben so unbestimmte Weise als die arabischen Astronomen das Wort Suhel. Ideler erweist: „der Canopo fosco nella via lattea sei nichts anderes als der schwarze Flecken oder Große Kohlensack im südlichen Kreuze gewesen; und die Position von drei Sternen, in denen man α, β und γ der kleinen Wasserschlange (Hydrus) zu erkennen glaubt, mache es höchst wahrscheinlich, daß der Canopo risplendente di notabile grandezza (von beträchtlichem Umfange) die Nubecula major, wie der zweite risplendente die Nubecula minor sei †)." Es bleibt immer sehr auffallend, daß Vespucci diese am Firmament neu gesehenen Gegenstände nicht, wie alle anderen Beobachter beim ersten Anblicke gethan, mit Wolken verglichen habe. Man sollte glauben, eine solche Vergleichung biete sich unwiderstehlich dar. Petrus Martyr Anghiera, der mit allen Entdeckern persönlich bekannt war und dessen Briefe unter dem lebendigen Eindrucke ihrer Erzählungen geschrieben sind, schildert unverkennbar den milden, aber ungleichen Lichtglanz der Nubeculae. Er sagt: „Assecuti sunt Portugallenses alterius poli gradum quinquagesimum amplius, ubi punctum (polum?) circumeuntes *quasdam nubeculas* licet intueri, veluti in lactea via sparsos fulgores per uni versicoeli globum intra ejus spatii latitudinem ‡)." Der glänzende Ruf und die lange Dauer der Magellanischen Weltumseglung (vom August 1519 bis September 1522), der lange Aufenthalt einer zahlreichen Mannschaft unter dem südlichen Himmel verdunkelte die Erinnerung an alles früher beobachtete, und der Name Magellanischer Wolken verbreitete sich unter den schifffahrenden Nationen des Mittelmeeres.

Wir haben hier in einem einzelnen Beispiele gezeigt, wie die Erweiterung des geographischen Horizonts gegen Süden der beschauenden Astronomie ein neues Feld geöffnet hat. Den Piloten boten sich unter dem neuen Himmel besonders vier Gegenstände der Neugier dar: das Aufsuchen eines südlichen Polarsterns; die Gestalt des südlichen

---

*) Die wichtige, nicht genug beachtete Entdeckung der Südspitze des Neuen Continents unter 55° südl. Breite (Urdaneta's Tagebuch bezeichnet die Entdeckung sehr charakteristisch durch die Worte: acabamiento de tierra, das Aufhören des Landes) gehört dem Francisco de Hoces, welcher eines der Schiffe der Expedition von Loaysa 1525 befehligte. Er sah wahrscheinlich einen Theil des Feuerlandes westlich von der Staaten-Insel; denn das Cap Horn liegt nach Fitz-Roy 55° 58′ 41″. Vergl. Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. V. p. 28 und 404.

†) Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 295–316; T. V. p. 225–229 und 235 (Ideler, Sternnamen S. 346).

‡) Petrus Martyr Angl., Oceanica Dec. III lib. 1 p. 217. Ich kann aus den numerischen Angaben Dec. II lib. 10 p. 204 und Dec. III lib. 10 p. 232 erweisen, daß der Theil der Oceanica, in welchem der Magellanischen Wolken gedacht wird, zwischen 1514 und 1516, also unmittelbar nach der Expedition von Juan Diaz de Solis nach dem Rio de la Plata (damals Rio de Solis, una mar dulce), geschrieben ist. Die Breiten-Angabe ist sehr übertrieben.

Sonnenflecken erkannt hat*); so ist dies nicht minder sonderbar, als daß der Missionar Richaud (1689) Acosta's manchas negras für die Magellanischen Lichtwolken hält†).

Richaud spricht übrigens, wie die ältesten Piloten, von Kohlensäcken im Plural; er nennt deren zwei: den großen im Kreuz und einen anderen in der Karls-Eiche; der letztere wird in anderen Beschreibungen gar wieder in zwei, von einander getrennte Flecken getheilt. Diese beschreiben Feuillée, in den ersten Jahren des 18ten Jahrhunderts, und Horner (in einem Briefe von 1804 aus Brasilien, an Olbers gerichtet) als unbestimmter und an den Rändern verwaschen‡). Ich habe während meines Aufenthalts in Peru von den Coalbags der Karls-Eiche nie etwas befriedigendes auffinden können; und da ich geneigt war, es der zu tiefen Stellung der Constellation zuzuschreiben, so wandte ich mich um Belehrung an Sir John Herschel und den Director der Hamburger Sternwarte, Herrn Rümker, welche in viel südlicheren Breiten als ich gewesen sind. Beide haben, trotz ihrer Bemühung, ebenfalls nichts aufgefunden, was in Bestimmtheit der Umrisse und Tiefe der Schwärze mit dem Coal-sack im Kreuze verglichen werden könnte. Sir John glaubt, daß man nicht von einer Mehrheit von Kohlensäcken reden müsse, wenn man nicht jede, auch nicht umgrenzte, dunklere Himmelsstelle (wie zwischen α Centauri und β und γ Trianguli||), zwischen η und ϑ Argûs, und besonders am nördlichen Himmel den leeren Raum in der Milchstraße zwischen ϵ, α und γ Cygni¶) dafür wolle gelten lassen.

Der dem unbewaffneten Auge auffallendste und am längsten bekannte Schwarze Flecken des südlichen Kreuzes liegt zur östlichen Seite dieser Constellation und hat eine birnförmige Gestalt, bei 8° Länge und 5° Breite. In diesem großen Raume befinden sich ein sichtbarer Stern 6ter bis 7ter Größe, dazu eine große Menge telescopischer Sterne 11ter bis 13ter Größe. Eine kleine Gruppe von 40 Sternen liegt ziemlich in der Mitte**). Sternleerheit und Contrast neben dem prachtvollen Lichtglanze umher werden als Ursachen der merkwürdigen Schwärze dieses Raumes angegeben. Diese letztere Meinung hat sich seit La Caille††) allgemein erhalten. Sie ist vorzüglich durch die Stern-Aichungen (gauges and sweeps) um den Raum, wo die Milchstraße wie von einem schwarzen Gewölk bedeckt erscheint, bekräftigt. In dem coal-bag gaben die Aichungen (in gleicher Größe des Gesichtsfeldes) 7 bis 9 telescopische Sterne (nie völlige Leerheit, blank fields), wenn an den Rändern 120 bis 200 Sterne gezählt wurden. So lange ich in der südlichen Tropengegend war, unter dem sinnlichen Eindruck der Himmelsdecke, die mich so lebhaft beschäftigte, schien mir, wohl mit Unrecht, die Erklärung durch den Contrast nicht befriedigend. William Herschel's Betrachtungen über ganze sternleere Räume im Scorpion und im Schlangenträger, die er Öffnungen in dem Himmel (Openings in the heavens) nennt, leiteten mich auf die Idee: daß in solchen Regionen die hinter einander liegenden Sternschichten dünner oder gar unterbrochen seien, daß unsere optischen Instrumente die letzten Schichten nicht erreichen, „daß wir wie durch Röhren in den fernsten Weltraum blicken." Ich habe dieser Oeffnungen schon an einem Orte gedacht‡‡), und die Wirkungen der Perspective auf solche Unterbrechungen in den Sternschichten sind neuerlichst wieder ein Gegenstand ernster Betrachtung geworden||||).

---

*) Kosmos Buch II. S. 344 und Anm. ||).

†) Mém. de l'Acad. des Sc. dep. 1666 jusqu' à 1699 T. VII. Partie 2. (Paris 1729) p. 206.

‡) Brief an Olbers von St. Catharina (Jan. 1804) in Zach's Monatl. Correspondenz zur Beförd. der Erd- und Himmelskunde Bd. X S. 240. (Vergl. über Feuillée's Beobachtung und rohe Abbildung des Schwarzen Fleckens im südlichen Kreuze Zach a. a. O. Bd. XV. 1807 S. 388–391.)

||) Capreise Pl. XIII.

¶) Outlines of Astronomy p. 531.

**) Capreise p. 384, No. 3407 des Verzeichnisses der Nebel und Sternhaufen. (Vergl. Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 149 und No. 272 seines Catalogs.)

††) „Cette apparence d'un noir foncé dans la partie orientale de la Croix du sud, qui frappe la vue de tous ceux qui regardent le ciel austral, est causée par la vivacité de la blancheur de la voie lactée qui renferme l'espace noir et l'entoure de tous côtés." La Caille in den Mém. de l'Acad. des Sciences Année 1755 (Par. 1761) p. 199.

‡‡) Buch I. S. 76 und Anm. ¶).

||||) „When we see," sagt Sir John Herschel, „in the Coal-sack (near *α Crucis*) a sharply defined oval space free from stars, it would seem much less pro-

Die äußersten und fernsten Schichten selbstleuchtender Weltkörper, der Abstand der Nebelflecke, alles, was wir in dem letzten der sieben siderischen oder astrognostischen Abschnitte dieses Werkes zusammengedrängt haben, erfüllen die Einbildungskraft und den ahndenden Sinn des Menschen mit Bildern von Zeit und Raum, welche seine Fassungskraft übersteigen. So bewundernswürdig die Vervollkommnungen der optischen Werkzeuge seit kaum sechzig Jahren gewesen sind, so ist man doch zugleich mit den Schwierigkeiten ihrer Construction genug vertraut geworden, um sich über die ungemessenen Fortschritte dieser Vervollkommnung nicht so kühnen, ja ausschweifenden Erwartungen hinzugeben, als die waren, welche den geistreichen Hooke in den Jahren 1663 bis 1665 ernhaft beschäftigten *). Mäßigung in den Erwartungen wird auch hier sicherer zum Ziele führen. Jedes der auf einander folgenden Menschengeschlechter hat sich des Größten und Erhabensten zu erfreuen gehabt, was es auf der Stufe, zu welcher die Kunst sich erhoben, als die Frucht freier Intelligenz erringen konnte. Ohne in bestimmten Zahlen auszusprechen, wie weit die den Weltraum durchdringende telescopische Kraft bereits reiche, ohne diesen Zahlen viel Glauben zu schenken: mahnt uns doch schon die Kenntniß von der Geschwindigkeit des Lichts, daß das Aufglimmen des fernsten Gestirns, der lichterzeugende Proceß auf seiner Oberfläche „das älteste sinnliche Zeugniß †) von der Existenz der Materie ist."

β. Sonnengebiet.

Planeten und ihre Monde, Cometen, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme von Meteor-Asteroiden.

Wenn wir in dem uranologischen Theile der physischen Weltbeschreibung von dem Fixsternhimmel zu unserem Sonnen- und Planetensystem herabsteigen, so gehen wir von dem Großen und Universellen zu dem relativ Kleinen und Besonderen über. Das Gebiet der Sonne ist das Gebiet eines einzelnen Fixsternes unter den Millionen derer, welche uns das Fernrohr an dem Firmamente offenbart; es ist der beschränkte Raum, in welchem sehr verschiedenartige Weltkörper, der unmittelbaren Anziehung eines Centralkörpers gehorchend, in engeren oder weiteren Bahnen um diesen kreisen: sei es einzeln; oder wiederum von anderen, ihnen ähnlichen, umgeben. Unter den Sternen, deren Anordnung wir in dem siderischen Theile der Uranologie zu behandeln versucht haben, zeigt allerdings auch eine Classe jener Millionen telescopischer Fixsterne, die Classe der Doppelsterne, particuläre, binäre oder vielfältiger zusammengesetzte, Systeme; aber trotz der Analogie ihrer treibenden Kräfte sind sie doch, ihrer Naturbeschaffenheit nach, von unserem Sonnensysteme verschieden. In ihnen bewegen sich selbstleuchtende Fixsterne um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt, der mit sichtbarer Materie nicht erfüllt ist; in dem Sonnensysteme kreisen dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden Körper oder, um bestimmter zu reden, um einen gemeinsamen Schwerpunkt, welcher zu verschiedenen Zeiten innerhalb des Centralkörpers oder außerhalb desselben liegt. „Die große Elipse, welche die Erde um die Sonne beschreibt, spiegelt sich ab in einer kleinen, ganz ähnlichen, in welcher der Mittelpunkt der Sonne um den gemeinschaftlichen Schwerpunkt der Erde und Sonne herumgeht." Ob die planetarischen Körper, zu denen die inneren wie die äußeren Cometen gerechnet werden müssen, außer dem

---

bable that a conical or *tubular* hollow traverses the whole of a starry stratum, continuously extended from the eye outwards, than that a *distant* mass of comparatively moderate thickness should be simply perforated from side to side ...." Outlines § 792 p. 532.

*) Lettre de Mr. Hooke à Mr. Auzout in den Mém. de l'Académie 1666–1699 T. VII. Partie 2. p. 30 und 73.

†) Kosmos Buch I. S. 77.

Lichte, welches ihnen der Centralkörper giebt, nicht auch theilweise etwas eigenes Lic
erzeugen fähig sind: bedarf hier, bei so allgemeinen Andeutungen, noch keiner beson
Erwähnung.

Von der Existenz dunkler planetarischer Körper, welche um andere Fixsterne kreisen,
wir bisher keine directen Beweise. Die Schwäche des reflectirten Lichtes würde solche
neten, die schon (lange vor Lambert) Kepler um jeden Fixstern vermuthete, hindern
je sichtbar zu werden. Wenn der nächste Fixstern, α Centauri, 226000 Erdweiten
7523 Neptunsweiten; ein sich sehr weit entfernender Comet, der von 1680, welchem
(freilich nach sehr unsicheren Fundamenten) einen Umlauf von 8800 Jahren zuschr
im Aphel 28 Neptunsweiten von unserem Sonnenkörper absteht: so ist die Entfer
des Fixsterns α Centauri noch 270mal größer als unser Sonnengebiet bis zum Aphel
fernsten Cometen. Wir sehen das reflectirte Licht des Neptun in 30 Erdweiten. Wü
in künftig zu construirenden, mächtigeren Telescopen, noch drei folgende, hinter ein
stehende, Planeten erkannt, etwa in der Ferne von 100 Erdweiten: so ist dies noch
der 8te Theil der Entfernung bis zum Aphel des genannten Cometen; noch nich
2200ste Theil*) der Entfernung, in welcher wir das reflectirte Licht eines etwa um α
tauri kreisenden Trabanten telescopisch empfangen sollten. Ist aber überhaupt die Ann
von Fixstern-Trabanten so unbedingt nothwendig? Wenn wir einen Blick werfen au
niederen Particular-Systeme innerhalb unseres großen Planetensystems; so finden
trotz der Analogien, welche die von vielen Trabanten umkreisten Planeten darbieten kö
auch andere Planeten: Merkur, Venus, Mars, die gar keinen Trabanten haben. A
hiren wir von dem bloß Möglichen und beschränken uns auf das wirklich Erforsch
werden wir lebhaft von der Idee durchdrungen: daß das Sonnensystem, besonders i
großen Zusammensetzung, welche die letzten Jahrzehende uns enthüllt haben, das rei
Bild gewährt von den, leicht zu erkennenden, unmittelbaren Beziehungen vieler
körper zu einem einzigen.

Der beschränkte Raum des Planetensystems gewährt gerade wegen dieser Beschr
heit für Sicherheit und Evidenz der Resultate in der messenden und rechnenden Astron
unbestreitbare Vorzüge vor den Ergebnissen aus der Betrachtung des Fixsternhimm
Vieles von diesen gehört nur der beschauenden Astronomie in dem Gebiete der S
schwärme und Nebelgruppen, wie in der, auf so unsicheren Fundamenten beruhenden,
tometrischen Reihung der Gestirne an. Der sicherste und glänzendste Theil der A
gnosie ist die, in unserer Zeit so überaus vervollkommnete und vermehrte Bestimmun
Positionen in RA. und Decl.: sei es von einzelnen Fixsternen; oder von Doppe
nen, Sternhaufen und Nebelflecken. Auch bieten schwierig, aber in höherem oder nie
Grade genau meßbare Verhältnisse dar: die eigene Bewegung der Sterne; die Elem
nach denen ihre Parallaxe ergründet wird; die telescopischen Stern-Aichungen, welch
die räumliche Vertheilung der Weltkörper leiten; die Perioden von veränderlichen Ste
und der langsame Umlauf der Doppelsterne. Was seiner Natur nach sich der eigentl

*) Vergl. oben, wo ich nach Uranusweiten, als dem damaligen Maaß der Begrenzung des Planetensystems, rechnete, Kosmos Buch I. S. 52, 74 und Anm. *). Wenn man den Abstand des Neptuns von der Sonne zu 30,04 Erdweiten annimmt, so ist die Entfernung des α Centauri von der Sonne noch 7523 Neptunsweiten, die Parallaxe angenommen zu 0'',9128 (Kosmos Buch III. S. 488); und doch ist die Entfernung von 61 Cygni schon fast zwei- und ein halbmal, die des Sirius (bei einer Parallaxe von 0'',230) viermal größer als die von α Centauri. (Eine Neptunsweite ist ohngefähr 621 Millionen geographischer Meilen, deren nach Hansen 396½ Millionen auf den Abstand des Uranus von der Sonne geben; eine Siriusweite beträgt nach Galle, bei Henderson's Parallaxe, 896800 Halbmesser der Erdbahn = 18547000 M
nen geogr. Meilen: eine Entfernung, die einem
wege von 14 Jahren entspricht.) Das Aphel de
meten von 1680 ist 44 Uranusweiten, also 28 Nep
weiten, von der Sonne entfernt. Nach diesen A
men ist der Sonnen-Abstand des Sternes α Cen
fast 270mal größer als jenes Aphel, welches wi
als das Minimum der sehr gewagten Schätzun
dem halben Durchmesser des Sonnengebiets betr
(Kosmos Buch III. S. 495). Die Angabe
numerischen Verhältnisse gewährt, bei geringer An
lichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Ann
eines sehr großen räumlichen Grundmaaßes z
sultaten führt, die in kleineren Zahlen ausgedrück
den können.

Messung entzieht, wie: die relative Lage und Gestaltung von Sternschichten oder Ringen von Sternen, die Anordnung des Weltbaues, die Wirkungen gewaltsam umändernder Naturgewalten*) im Auflodern oder Verlöschen sogenannter neuer Sterne; regt um so tiefer und lebendiger an, als es das anmuthige Nebelland der Phantasie berührt.

Wir enthalten uns vorsätzlich in den nächstfolgenden Blättern aller Betrachtungen über die Verbindung unseres Sonnensystems mit den Systemen der anderen Fixsterne; wir kommen nicht wieder zurück auf die Fragen von der Unterordnung und Gliederung der Systeme, die, man möchte sagen, aus intellectuellen Bedürfnissen sich uns aufdrängen; auf die Frage: ob unser Centralkörper, die Sonne, nicht selbst in planetarischer Abhängigkeit zu einem höheren Systeme stehe: vielleicht gar nicht einmal als Hauptplanet, sondern nur der Trabant eines Planeten, wie unsere Jupitersmonde. Beschränkt auf den mehr heimischen Boden, auf das Sonnengebiet, haben wir uns des Vorzugs zu erfreuen, daß, mit Ausnahme dessen, was sich auf die Deutung des Oberflächen-Ansehens oder gasförmiger Umhüllungen der kreisenden Weltkörper, den einfachen oder getheilten Schweif der Cometen, auf den Ring des Zodiacallichts oder das räthselhafte Erscheinen der Meteor-Asteroiden bezieht, fast alle Resultate der Beobachtung einer Zurückführung auf Zahlenverhältnisse fähig sind, alle sich als Folgerung aus streng zu prüfenden Voraussetzungen darbieten. Nicht die Prüfung dieser Voraussetzungen selbst gehört in den Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, sondern die methodische Zusammenstellung numerischer Resultate. Sie sind das wichtige Erbtheil, welches, immerdar wachsend, ein Jahrhundert dem andern überträgt. Eine Tabelle, die Zahlen-Elemente der Planeten (mittlere Entfernung von der Sonne, siderische Umlaufszeit, Excentricität der Bahn, Neigung gegen die Ekliptik, Durchmesser, Masse und Dichtigkeit) umfassend, bietet jetzt in einem überkleinen Raume den Stand der geistigen Errungenschaft des Zeitalters dar. Man versetze sich einen Augenblick in das Alterthum zurück; man denke sich Philolaus den Pythagoreer, Lehrer des Plato, den Aristarch von Samos oder Hipparchus im Besitze eines solchen mit Zahlen gefüllten Blattes, oder einer graphischen Darstellung der Planetenbahnen, wie sie unsere abgekürztesten Lehrbücher darstellen: so läßt sich das bewundernde Erstaunen dieser Männer, Heroen des früheren, beschränkten Wissens, nur mit dem vergleichen, welches sich des Eratosthenes, des Strabo, des Claudius Ptolemäus bemächtigen würde, wenn diesen eine unserer Weltkarten (Mercator's Projection) von wenigen Zollen Höhe und Breite vorgelegt werden könnte.

Die Wiederkehr der Cometen in geschlossenen elliptischen Bahnen bezeichnet als Folge der Anziehungskraft des Centralkörpers die Grenze des Sonnengebiets. Da man aber ungewiß bleibt, ob nicht einst noch Cometen erscheinen werden, deren große Axe länger gefunden wird als die der schon erschienenen und berechneten Cometen; so geben diese in ihrem Aphel nur die Grenze, bis zu welcher das Sonnengebiet zum wenigsten reicht. Das Sonnengebiet wird demnach charakterisirt durch die sichtbaren und meßbaren Folgen eigener einwirkender Centralkräfte, durch die Weltkörper (Planeten und Cometen), welche in geschlossenen Bahnen um die Sonne kreisen und durch enge Bande an sie gefesselt bleiben. Die Anziehung, welche die Sonne jenseits dieser wiederkehrender Weltkörper auf andere Sonnen (Fixsterne) in weiteren Räumen ausübt, gehört nicht in die Betrachtungen, die uns hier beschäftigen.

Das Sonnengebiet umfaßt nach dem Zustand unserer Kenntnisse am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts, und wenn man die Planeten nach Abständen von dem Centralkörper ordnet:

22 „Hauptplaneten" (Merkur, Venus, Erde, Mars; Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Irene, Asträa, Egeria, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea; Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun);

---

*) Ueber das Auflodern neuer Sterne und ihr Verschwinden s. Kosmos Buch III. S. 463–471.

21 „Trabanten" (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des Saturn, 6 des U
2 des Neptun);

197 „Cometen," deren Bahn berechnet ist: darunter 6 innere, d. h. solch
Aphel von der äußersten Planetenbahn, der des Neptun, umschlossen ist; soda
vieler Wahrscheinlichkeit:

den Ring des Thierkreislichtes, vielleicht zwischen der Venus- und Ma
liegend; und nach der Meinung vieler Beobachter:

die Schwärme der Meteor-Asteroiden, welche die Erdbahn vorzugsw
gewissen Punkten schneiden.

Bei der Aufzählung der 22 Hauptplaneten, von welchen nur 6 bis zum 13. Mär
bekannt waren, sind die 14 Kleinen Planeten (bisweilen auch Coplanete
Asteroiden genannt, und in unter einander verschlungenen Bahnen zwischen Ma
Jupiter liegend) durch kleineren Druck von den 8 größeren Planeten unters
worden.

In der neueren Geschichte planetarischer Entdeckungen sind Hauptepochen ge
das Auffinden des Uranus, als des ersten Planeten jenseits der Saturnsbahn, von W
Herschel zu Bath am 13. März 1781 erkannt durch Scheibenform und Bew
das Auffinden der Ceres, des ersten der Kleinen Planeten, am 1. Januar 1801
Piazzi zu Palermo; die Erkennung des ersten inneren Cometen durch Encke zu Go
August 1819; und die Verkündigung der Existenz des Neptun vermittelst planeta
Störungs-Berechnungen durch Le Verrier zu Paris im August 1846, wie die Entd
des Neptun durch Galle zu Berlin am 23. September 1846. Jede dieser wichtige
deckungen hat nicht bloß die unmittelbare Erweiterung und Bereicherung unseres So
systems zur Folge gehabt, sie hat auch zu zahlreichen ähnlichen Entdeckungen vera
zur Kenntniß von 5 andren inneren Cometen (durch de Vico, Brorsen und d'Arrest zw
1826 und 1851); wie von 13 Kleinen Planeten, unter denen von 1801 bis 180
(Pallas, Juno und Vesta) und, nach einer Unterbrechung von vollen 38 Jahre
Hencke's glücklicher und auch beabsichtigter Entdeckung der Asträa am 8. December
in schneller Folge durch Hencke, Hind, Graham und de Gasparis von 1845 bis Mitte
neun aufgefunden worden sind. Die Aufmerksamkeit auf die Cometenwelt ist so ges
daß in den letzten 11 Jahren die Bahnen von 33 neu entdeckten Cometen berechnet
den: also nahe eben so viel als in den 40 vorhergehenden Jahren dieses Jahrhund

---

I.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus
Sonne nennt, ist das allbelebende, pulsirende Herz des Universums nach Theo
Smyrnäer †); sie ist der Urquell des Lichtes und der strahlenden Wärme, der Erreger
irdischen electro-magnetischen Processe, ja des größeren Theils der organischen Lebe
tigkeit, besonders der vegetabilischen, auf unserem Planeten. Die Sonne bringt,
man ihre Kraftäußerungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Ve
rungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Massen-Attraction, wie

---

*) Ich habe schon früher (Kosmos Buch II. S. 356 und Anm. *) die dem Somnium Scipionis nachgeahmte Stelle aus dem 10ten Cap. des ersten Buchs de Revolut. abdrucken lassen.

†) „Die Sonne sei das Herz des Universums;" aus Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia ed. H. Martin 1849 p. 182 und 298: τῆς ἐμψυχίας μέσον τὸ περὶ τὸν ἥλιον, οἱονεὶ καρδίαν ὄ
παντός, ὅθεν φέρουσιν αὐτοῦ καὶ τὴν ψυχὴν ἀρξαμ
παντὸς ἥκειν τοῦ σώματος τεταμένην ἀπὸ τῶν π
Diese neue Ausgabe ist merkwürdig, weil sie p
tische Meinungen des Adrastus und viele pla
des Dercyllides vervollständigt.)

Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen, deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung und Unterhaltung der electro-magnetischen Thätigkeit der Erdrinde und der des Sauerstoff-Gehaltes der Atmosphäre; bald still und sanft chemische Ziehkräfte erzeugend, und das organische Leben mannigfach in der Endosmose der Zellen-Wandung, in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfaser bestimmend; bald Lichtprocesse im Luftkreise (farbig flammendes Polarlicht, Donnerwetter, Orkane und Meersäulen) hervorrufend.

Haben wir hier versucht die solaren Einflüsse, in so fern sie sich nicht auf die Achsenstellung und Bahn unsers Weltkörpers beziehen, in ein Gemälde zusammenzudrängen; so ist es, um durch Darstellung des Zusammenhanges großer und auf den ersten Blick heterogen scheinender Phänomene recht überzeugend zur Anschauung zu bringen: wie die physische Natur in dem Buche vom Kosmos als ein durch innere, oft sich ausgleichende Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes zu schildern sei. Aber die Lichtwellen wirken nicht bloß zersetzend und wieder bindend auf die Körperwelt, sie rufen nicht bloß hervor aus der Erde die zarten Keime der Pflanzen, erzeugen den Grünstoff (Chlorophyll) in den Blättern und färben duftende Blüthen, sie wiederholen nicht bloß tausend- und aber tausendfach reflectirte Bilder der Sonne, im anmuthigen Spiel der Welle wie im bewegten Grashalm der Wiese; das Himmelslicht in den verschiedenen Abstufungen seiner Intensität und Dauer steht auch in geheimißvollem Verkehr mit dem Inneren des Menschen, mit seiner geistigen Erregbarkeit, mit der trüben oder heiteren Stimmung des Gemüths: Caeli tristitiam discutit Sol et humani nubila animi serenat (Plin. Hist. nat. II. 6).

Bei jedem der zu beschreibenden Weltkörper lasse ich die numerischen Angaben dem vorangehen, was hier, mit Ausnahme der Erde, von ihrer physischen Beschaffenheit wird beizubringen sein. Die Anordnung der Resultate in Zahlen ist ohngefähr dieselbe wie in der vortrefflichen „Ueberſicht des Sonnensystems" von Hansen*), doch mit numerischen Veränderungen und Zusätzen: da seit dem Jahre 1837, in dem Hansen schrieb, elf Planeten und drei Trabanten entdeckt worden sind.

Die mittlere Entfernung des Centrums der Sonne von der Erde ist nach Encke's nachträglicher Correction der Sonnen-Parallaxe (Abhandl. der Berl. Akad. 1835 S. 309) 20682000 geogr. Meilen, deren 15 auf einen Grad des Erd-Aequator's gehen, und deren jede nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen (Kosmos Buch I. S. 84) genau 3807,23 Toisen oder 22843$^{38}/_{100}$ Pariser Fuß zählt.

Das Licht braucht, um von der Sonne auf die Erde zu gelangen, d. i. um den Halbmesser der Erdbahn zu durchlaufen, nach den Aberrations-Beobachtungen von Struve 8′ 17″,78 (Kosmos Buch III. S. 426 und Anm. *): weshalb der wahre Ort der Sonne dem scheinbaren um 20″,445 voraus ist.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mittleren Entfernung derselben von der Erde ist 32′ 1″,8: also nur 54″,8 größer als die Mondscheibe in mittlerer Entfernung von uns. Im Perihel, wenn wir im Winter der Sonne am nächsten sind, hat sich der scheinbare Sonnen-Durchmesser vergrößert bis 32′ 34″,6; im Aphel, wenn wir im Sommer von der Sonne am fernsten sind, ist der scheinbare Sonnen-Durchmesser verkleinert bis 31′ 30″, 1.

*) Hansen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 65–141.

Klagen über schlechte Erndten zu vergleichen *). Leider! wird es aber immer an der K[…]niß numerischer Elemente fehlen, auf welche sich auch nur eine muthmaßliche Lösung[…] solchen Problems gründen könnte: nicht etwa bloß, wie der immer so umsichtige As[…] selbst bemerkt, weil die Kornpreise in einem Theile von Europa nicht den Maaßstab f[…] Vegetations-Zustand des ganzen Continents abgeben können; sondern vorzüglich we[…] der Verminderung der mittleren Jahres-Temperatur, sollte sie auch ganz Europa um[…] sich keinesweges auf eine geringere Quantität Wärme schließen läßt, welche in dem[…] Jahre der Erdkörper von der Sonne empfangen hat. Aus Dove's Untersuchunge[n …] die nicht periodischen Temperatur-Aenderungen ergiebt sich, daß **Witterungs-G[e]sätze** stets **seitlich** (zwischen fast gleichen Breitenkreisen) neben einander liegen. [...] Continent und der gemäßigte Theil von Nordamerika bilden in der Regel solch eine[n Ge]gensatz. Wenn wir hier strenge Winter erleiden, so sind sie dort milde, und umgekeh[rt …] Compensationen in der räumlichen Wärme-Vertheilung, welche da, wo nahe oce[anische] Verbindungen statt finden, wegen des unbestreitbaren Einflusses der mittleren Qu[…] der Sommerwärme auf den Vegetations-Cyclus und demnach auf das Gedeihen d[er Ce]realien, von den wohlthätigsten Folgen für die Menschheit sind.

Wie William Herschel der Thätigkeit des Centralkörpers, dem Processe, dessen Folg[…] Sonnenflecken sind, eine Zunahme der Wärme auf dem Erdkörper zuschrieb, so ha[…] drittehalb Jahrhundert früher Batista Baliani in einem Briefe an Galilei die So[nnen]flecken als erkältende Potenzen geschildert †). Diesem Resultate würde sich auch näh[…] Versuch, welchen der fleißige Astronom Gautier ‡) in Genf gemacht hatte, vier Pe[…] von vielen und wenigen Flecken auf der Sonnenscheibe (von 1827—1843) mit den [mitt]leren Temperaturen zu vergleichen, welche 33 europäische und 29 amerikanische Sta[…] ähnlicher Breiten darboten. Es offenbaren in dieser Vergleichung sich wieder, durc[h posi]tive und negative Unterschiede ausgedrückt, die **Gegensätze** der einander gegenüber[…] den atlantischen Küsten. Die Endresultate geben aber für die erkältende Kraft, die h[…] Sonnenflecken zugeschrieben wird, kaum 0°,42 Cent., welche selbst für die bezeichnet[en Lo]calitäten den Fehlern der Beobachtung und den Windrichtungen eben so gut als den [Son]nenflecken zuzuschreiben sein können.

Es bleibt uns übrig, noch von einer **dritten Umhüllung** der Sonne zu reden, [...] wir schon oben erwähnt. Sie ist die äußerste von allen, bedeckt die Photosphäre (die [...] leuchtende Lichthülle), und ist wolkig und unvollkommen durchscheinend. Merkw[…] Phänomene, röthliche, berg- oder flammenartige Gestalten, welche während der t[…] Sonnenfinsterniß vom 8. Juli 1842, wenn auch nicht zum ersten Male, doch viel[…]licher, und gleichzeitig von mehreren der geübtesten Beobachter gesehen wurden, ha[…] der Annahme einer solchen dritten Hülle geführt. Arago hat mit großem Scharfsinn [...] gründlicher Prüfung der einzelnen Beobachtungen, in einer eigenen Abhandlung [...] Motive aufgezählt, welche diese Annahme nothwendig machen. Er hat gleichzeitig erw[…] daß seit 1706 in totalen oder ringförmigen Sonnenfinsternissen bereits 8mal äh[…] rothe randartige Hervorragungen beschrieben worden sind ¶). Am 8. Juli 1842 sah[…] als die scheinbar größere Mondscheibe die Sonne ganz bedeckte, nicht bloß einen [...]

---

*) William Herschel in den Philosophical Transactions of the Royal Society for 1801 Part 2 p. 310 -316.

†) Ein officielles Zusammenstellen von Korntheurung und vielmonatlicher Verdunkelung der Sonnenscheibe wird in den historischen Fragmenten des älteren Cato erwähnt. Luminis caligo und defectus Solis deutet bei römischen Schriftstellern, z. B. in Erzählungen über die lange Verbleichung der Sonne nach dem Tode des Cäsar, keinesweges immer auf eine Sonnenfinsterniß. So findet sich bei Aulus Gellius in Noct. Att. II, 28: „Verba Catonis in Originum quarto haec sunt: non libet scribere, quod [ta]bula apud Pontificem maximum est, quotien[s an]na cara, quotiens lunae an solis lumini cali[go aut] quid obstiterit."

‡) Gautier, Recherches relatives à l'in[fluence] que le nombre des taches solaires exerce [sur les] températures terrestres, in der Bibliothèque [uni]verselle de Genève, Nouv. Série T. LI. 1844 [p. …]-335.

‖) Arago im Annuaire pour 1846 p. 271-[…]

¶) A. a. O. p. 440-447.

lichen*) Schein als Krone oder leuchtenden Kranz die Mondscheibe umgeben; man sah auch, wie auf ihrem Rande wurzelnd, zwei oder drei Erhöhungen: welche einige der Beobachter mit röthlichen, zackigen Bergen; andere mit gerötheten Eismassen; noch andere mit unbeweglichen, gezahnten, rothen Flammen verglichen. Arago, Laugier und Mauvais in Perpignan, Petit in Montpellier, Airy auf der Superga, Schumacher in Wien und viele andere Astronomen stimmten in den Hauptzügen der Endresultate, trotz der großen Verschiedenheit der angewandten Fernröhre, vollkommen mit einander überein. Die Erhöhungen erschienen nicht immer gleichzeitig; an einigen Orten werden sie sogar mit dem unbewaffneten Auge erkannt. Die Schätzung der Höhenwinkel fiel allerdings verschieden aus; die sicherste ist wohl die von Petit, dem Director der Sternwarte zu Toulouse. Sie war 1′ 45″; und würde, wenn die Erhabenheiten wirkliche **Sonnenberge** wären, Höhen von 10000 geogr. Meilen geben; das ist fast siebenmal der Durchmesser der Erde, während dieser nur 112mal im Durchmesser der Sonne enthalten ist. Die Gesammtzahl der discutirten Erscheinungen hat zu der sehr wahrscheinlichen Hypothese geführt: daß jene rothen Gestalten **Aufwallungen** in der dritten Hülle sind; **Wolkenmassen**, welche die Photosphäre erleuchtet†) und färbt. Arago, indem er diese Hypothese aufstellt, äußert zugleich die Vermuthung, daß das tiefe Dunkel des blauen Himmels, welches ich selbst auf den höchsten Cordilleren mit den, freilich noch bis jetzt so unvollkommenen Instrumenten gemessen, bequem Gelegenheit darbieten könne, jene bergartigen Wolken des äußersten Dunstkreises der Sonne häufig zu beobachten‡).

Wenn man die Zone betrachtet, in welcher die Sonnenflecken am gewöhnlichsten gefunden werden (es beschreiben dieselben bloß am 8. Juni und 9. December gerade, und dazu unter sich und dem Sonnen-Aequator parallele, nicht concav oder convex gekrümmte Linien auf der Sonnenscheibe); so ist es gleich charakteristisch, daß sie selten in der Aequatorial-Gegend von 3° nördlicher bis 3° südlicher Breite gesehen werden, ja in der Polargegend gänzlich fehlen. Sie sind im ganzen am häufigsten zwischen 11° und 15° nördlich vom Aequator; und überhaupt in der nördlichen Hemisphäre häufiger oder, wie Sömmering will, dort ferner vom Aequator zu sehen als in der südlichen Hemisphäre (Outlines § 393, Capreise p. 433). Schon Galilei bestimmte als äußerste Grenzen nördlicher und südlicher heliocentrischer Breite 29°. Sir John Herschel erweitert diese Grenzen bis 35°; eben so Schwabe (Schum. Astr. Nachr. No. 473). Einzelne Flecken hat Laugier (Comptes rendus T. XV. p. 944) bis 41°, Schwabe bis 50° aufgefunden. Zu den größten Seltenheiten gehört ein Flecken, welchen La Hire unter 70° nördl. Breite beschreibt.

Die eben entwickelte Vertheilung der Flecken auf der Sonnenscheibe, ihre **Seltenheit unter dem Aequator selbst** und in der Polargegend, ihre Reihung parallel dem Aequator haben Sir John Herschel zu der Vermuthung veranlaßt, daß Hindernisse, welche die dritte, dunstförmige, äußerste Umhüllung an einigen Punkten der Entweichung der

---

*) Das ist der weißliche Schein, welcher auch in der Sonnenfinsterniß vom 15. Mai 1836 gesehen ward und von welchem schon damals der große Königsberger Astronom sehr richtig sagte: „daß, als die Mondscheibe die Sonne ganz verdeckte, noch ein leuchtender Ring der **Sonnen-Atmosphäre** übrig blieb.“ (**Bessel** in Schum. Astr. Nachr. No. 320.)

†) „Si nous examinions de plus près l'explication d'après laquelle les protubérances rougeâtres seraient assimilées à des nuages (de la troisième enveloppe), nous ne trouverions aucun principe de physique qui nous empêchât d'admettre que des masses nuageuses de 25 à 30000 lieues de long flottent dans l'atmosphère du Soleil; que ces masses, comme certains nuages de l'atmosphère terrestre, ont des contours arrêtés, qu'elles affectent, çà et là, des formes très tourmentées, même des formes en surplomb; que la lumière solaire (la photosphère) les colore en rouge. — Si cette troisième enveloppe existe, elle donnera peut-être la clef de quelques-unes des grandes et déplorables anomalies que l'on remarque dans le cours des saisons.“ (**Arago** im Annuaire pour 1846 p. 460 und 467.)

‡) „Tout ce qui affaiblira sensiblement l'intensité éclairante de la portion de l'atmosphère terrestre qui paraît entourer et toucher le contour circulaire du Soleil, pourra contribuer à rendre les proéminences rougeâtres visibles. Il est donc permis d'espérer qu'un astronome exercé, établi au sommet d'une très haute montagne, pourrait y observer régulièrement les *nuages de la troisième enveloppe solaire*, situés, en apparence, sur le contour de l'astre *ou un peu en dehors;* déterminer ce qu'ils ont de permanent et de variable, noter les périodes de disparition et de réapparition ....“ **Arago** a. a. O. p. 471.

Wärme entgegensetzen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmosphäre von den Pol[illegible]
Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geschwindigkeit[illegible]
schiedenheit unter jedem der Parallelkreise, die Ursach der Passatwinde und der [illegible]
stillen nahe am Aequator sind. Einzelne Flecken zeigen sich so permanent, daß [illegible]
der große von 1779, sechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat [illegible]
Gruppe 1840 achtmal verfolgen können. Ein schwarzer Kernflecken, welcher in d[illegible]
mir so viel benutzten Capreise von Sir John Herschel abgebildet ist, wurde durch [illegible]
Messung so groß gefunden, daß, wenn unser ganzer Erdball durch die Oeffnung der [illegible]
sphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr a[illegible]
geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerksam, daß [illegible]
der Sonne gewisse Meridian-Streifen giebt, in denen er viele Jahre lang nie einen [illegible]
nenflecken hat entstehen sehen (Thilo de Solis maculis a Soemmeringio observati[illegible]
p. 22). Die so verschiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne sind keineswe[illegible]
Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuschreiben; sie rühren von der Eigenschaft [illegible]
Flecken her, selbst ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat diesem Geg[illegible]
eine specielle Untersuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rota[illegible]
von 24ᵗ,28 und 26ᵗ,46 geben wurden. Unsere Kenntniß von der wirklichen Rotati[illegible]
der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beob[illegible]
Flecken gelten, welche durch Permanenz der Gestaltung und durch Unveränderlichk[illegible]
Abstandes von andern, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Absicht die Sonnenscheibe [illegible]
späht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar werden, als man gewöhnlich gla[illegible]
findet man doch bei sorgfältiger Prüfung zwischen den Anfängen des 9ten und de[illegible]
Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erscheinungen aufgezeichnet, welchen man Ver[illegible]
schenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerst einem Astronomen aus dem Bened[illegible]
Orden, später dem Eginhard zugeschriebenen Annalen der fränkischen Könige, den [illegible]
nannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenscheibe im Jahr 807; [illegible]
Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-M[illegible]
im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindelii Chronicon. Die [illegible]
von räthselhaften geschichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man sich g[illegible]
ausdrücken sollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung der Tag[illegible]
haben mich seit Jahren, als meteorologische oder vielleicht kosmische Erscheinung[illegible]
speciellen Untersuchungen *) veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (H[illegible]

---

* Wenn es auch nicht zu läugnen ist, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenflecken gesehen haben mögen, [illegible] Die Stellen bei Theophrast de Signis IV. 1 p. 797, bei Aratus Diosem. v. 90—92 und Proclus Paraphr. II. 14, [illegible] Meteorol. Veterum p. 241 und Commentar zu Aristot. Meteor. T. I. p. 374, [illegible] — Den von dem [illegible] Astronomen [illegible] Durchgang der Venus [illegible]

[illegible] Annales Regum Francorum [illegible] Karoli Magni et Ludovici a quodam ej[illegible] Astronomo, Ludovici regis domestico, con[illegible] [illegible] Veteres Scriptores (1726) [illegible] Annales Einh[illegible] Monumenta Germaniae historica. T. I. p. 194. [illegible]: „DCCCVII [illegible] Mercurius XVI kal. April. visus est in Sole [illegible] parva macula nigra paululum superius me[illegible] [illegible] quando primum intravit vel [illegible] minime notare po[illegible]

beobachtete dergleichen am 20. Juli 1643, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten) immer von vielen Sonnenfackeln begleitet sind, so bin ich wenig geneigt jene Verdun-

manus in der Einleitung zum Globus caelestis Cufico-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXXVIII auf: „Anno Hegyrae 225 regnante Almootasemo Chalifa visa est in sole prope medium nigra quaedam macula, idque feria tertia die decima nona Mensis Regebi ....“ Man hielt sie für den Planeten Venus, und glaubte dieselbe macula nigra (also wohl mit Unterbrechungen von 12–13 Tagen?) 91 Tage lang gesehen zu haben. Bald darauf sei Motaßem gestorben. — Von den geschichtlichen (der populären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir gesammelten Thatsachen hier folgende 17 Beispiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäsar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87, Dio Cass. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlösers. „Von der sechsten Stunde an war eine Finsterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde“ (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein“. Eusebius führt zur Erklärung und Bestätigung eine Sonnenfinsterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenschreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieser Olympiade zugehörige und in ganz Kleinasien sichtbare Sonnenfinsterniß schon am 24. Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. statt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdischen Passahmahle zusammen (Ideler Bd. I. S. 515–520), am 14. Nisan, und das Passah wurde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinstert worden sein. Der Jesuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuschreiben zu dürfen.

358 am 22. Aug. zweistündige Verfinsterung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerstörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

360 In allen östlichen Provinzen des römischen Reichs per Eoos tractus) war caligo a primo Aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell. XX, 3; aber Sterne leuchteten: also wohl weder Aschenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinsterniß, der es der Geschichtsschreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur. Die Beschreibung ist ganz die einer wirklichen Sonnenfinsterniß; aber die Dauer und caligo in allen östlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erschien: Verdunkelung, so daß Sterne bei Tage gesehen wurden; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 113.

536. Justinianus I Caesar imperavit annis triginta octo (527 bis 565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse, quod nunquam ab eo recederet. Gregorius Abu'l-Faragius, Supplementum Historiae Dynastiarum, éd. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 sehr ähnlich, für das man wohl einen Namen (Höhenrauch), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567. Justinus II annos 13 imperavit (565–578) Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erst ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordschein (ein magnetisches Gewitter), dann Finsterniß und fallender Passatstaub?

626, wieder nach Abu'l-Farag. (Hist. Dynast. p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenscheibe verfinstert geblieben.

733. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19. August auf eine schreckenerregende Weise verdunkelt. Schnurrer, Chron. Th. 1. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, Vet. Script. p. 58; s. oben S. 534.

840 vom 28. Mai bis 26. Aug. (Assemani rechnet auffallenderweise Mai 839) der sogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe; s. oben S. 534. (Der Chalif Al-Motassem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Wafek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

934. In der schätzbaren Historia de Portugal von Faria y Sousa 1730 p. 147 finde ich: „En Portugal se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor.“ Dann öffnete sich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenschein.

1091 am 21sten September eine Verdunkelung der Sonne, welche drei Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenscheibe eine eigene Färbung. „Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat.“ Martin Crusius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279; Schnurrer Th. I. S. 219.

1096 am 3. März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in Sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae. Joh. Staindelii, presbyteri Pataviensis, Chronicon generale, in Oefelii Rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein fast ähnliches Phänomen wird für Junius 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenschlacht bei Liegnitz: obscuratus est Sol (in quibusdam locis?) et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora

Wärme entgegensetzen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmosphäre von den Polen
Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geschwindigkeits-
schiedenheit unter jedem der Parallelkreise, die Ursach der Passatwinde und der Wi
stillen nahe am Aequator sind. Einzelne Flecken zeigen sich so permanent, daß sie,
der große von 1779, sechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat die
Gruppe 1840 achtmal verfolgen können. Ein schwarzer Kernflecken, welcher in der
mir so viel benutzten Capreise von Sir John Herschel abgebildet ist, wurde durch ge
Messung so groß gefunden, daß, wenn unser ganzer Erdball durch die Oeffnung der Ph
sphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als
geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerksam, daß es
der Sonne gewisse Meridian-Streifen giebt, in denen er viele Jahre lang nie einen S
nenflecken hat entstehen sehen (Thilo de Solis maculis a Soemmeringio observatis 1
p. 22). Die so verschiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne sind keineswegs
Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuschreiben; sie rühren von der Eigenschaft ei
Flecken her, selbst ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat diesem Gegens
eine specielle Untersuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rotatio
von 24^{T},28 und 26^{T},46 geben würden. Unsere Kenntniß von der wirklichen Rotation
der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beobach
Flecken gelten, welche durch Permanenz der Gestaltung und durch Unveränderlichkeit
Abstandes von andern, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Absicht die Sonnenscheibe d
späht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar werden, als man gewöhnlich glaub
findet man doch bei sorgfältiger Prüfung zwischen den Anfängen des 9ten und des 1
Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erscheinungen aufgezeichnet, welchen man Vertr
schenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerst einem Astronomen aus dem Benedict
Orden, später dem Eginhard zugeschriebenen Annalen der fränkischen Könige, den
nannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenscheibe im Jahr 807; de
Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-Mot
im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindelii Chronicon. Die Ep
von räthselhaften geschichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man sich gen
ausdrücken sollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung der Tages
haben mich seit Jahren, als meteorologische oder vielleicht kosmische Erscheinunge
speciellen Untersuchungen*) veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (Hev

---

*) Wenn es auch nicht zu läugnen ist, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenflecken gesehen haben mögen, so scheint es doch gewiß, daß solche vereinzelte Beobachtungen nie griechische und römische Schriftsteller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben, der Erscheinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophrast de Signis IV, 1 p. 797, des Aratus Diosem. v. 90–92 und Proclus Paraphr. II, 14, in welchen Ideler, der Sohn (Meteorol. Veterum p. 201 und Commentar zu Aristot. (Meteor. T. I. p. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, besagen bloß: daß die Sonnenscheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Verschiedenheit auf der Oberfläche, nichts bezeichnendes (μηδέ τι σῆμα φέροι), sondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das σῆμα, die scheckige Oberfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmosphärischen Dunstkreise (der Scholiast des Aratus sagt: der Dicke der Luft) zugeschrieben; daher ist auch immer von Morgen- und Abendsonne die Rede: weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirklichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig den Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu verachtenden Glauben, über nahe bevorstehende Wetterveränderungen belehren. Die Sonnenscheibe am Horizont giebt Aufschlüsse über de
stand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luft
ten. — Von den im Text bezeichneten, dem unbew
ten Auge sichtbaren Sonnenflecken, welche man
Jahren 807 und 840 fälschlich für Durchgän
Merkur und der Venus gehalten hat, ist der er
geführt in der großen historischen Sammlung vo
stus Reuberus, Veteres Scriptores (1726) un
in der Abtheilung: Annales Regum Francoru
pini, Karoli Magni et Ludovici a quodam eju
tis Astronomo, Ludovici regis domestico, cons
p. 58. Für den Verfasser dieser Annalen wurde
ein Benedictiner-Mönch (p. 28), später und mi
der berühmte Eginhard (Einhard, Carls des G
Geheimschreiber) gehalten: s. Annales Einha
Pertz, Monumenta Germaniae historica, S
T. I. p. 194. Die Stelle heißt: „DCCCVII.
Mercurii XVI kal. April. visus est in Sole
parva macula nigra, paululum superius med
tro ejusdem sideris, [illegible]
cata est: sed quando [illegible] intravit vel
nubibus [illegible]
— Den [illegible]
genau[illegible] der Venus führt [illegible]

:obachtete dergleichen am 20. Juli 1643, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten)
nmer von vielen **Sonnenfackeln** begleitet sind, so bin ich wenig geneigt jene Verdun-

anus in der Einleitung zum Globus caelestis Cu-
:o-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXVIII auf: „Anno Hegyrae 225 regnante Al-ootasemo Chalifa visa est in sole prope medium gra quaedam macula, idque feria tertia die deci-a nona Mensis Regebi ...." Man hielt sie für n Planeten Venus, und glaubte dieselbe macula gra (also wohl mit Unterbrechungen von 12–13 Ta-n?) 91 Tage lang gesehen zu haben. Bald darauf sei lotaßem gestorben. — Von den geschichtlichen (der po-lären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötz-ch eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den elen von mir gesammelten Thatsachen hier folgende 17 eispiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäsar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87, Dio Cass. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlösers. „Von der sechsten Stunde an war eine Finsterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde" (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein". Eusebius führt zur Erklärung und Bestätigung eine Sonnenfinsterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenschreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieser Olympiade zugehörige und in ganz Kleinasien sichtbare Sonnenfinsterniß schon am 24. Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. statt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdischen Passahmahle zusammen (Ideler Bd. I. S. 515–520), am 14. Nisan, und das Passah wurde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinstert worden sein. Der Jesuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer **Sonnenflecken** zuschreiben zu dürfen.

358 am 22. Aug. zweistündige Verfinsterung **vor** dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerstörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

360 In allen östlichen Provinzen des römischen Reichs per Eoos tractus) war caligo a primo Aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell. XX, 3; aber Sterne leuchteten: also wohl weder Aschenregen noch, bei der **langen Dauer** des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinsterniß, der es der Geschichtsschreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur. Die Beschreibung ist ganz die einer wirklichen Sonnenfinsterniß; aber die Dauer und caligo in allen östlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erschien: Verdunkelung, so daß Sterne bei Tage gesehen wurden; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 113.

538, Justinianus I Caesar imperavit annos triginta octo (527 bis 565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse, quod nunquam ab eo recederet. Gregorius Abu'l-Faragius, Supplementum Historiae Dynastiarum, ed. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 sehr ähnlich, für das man wohl einen Namen (**Höhenrauch**), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567. Justinus II annos 13 imperavit (565–578) Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erst ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordschein (ein magnetisches Gewitter), dann Finsterniß und fallender Passatstaub?

626, wieder nach Abu'l-Farag. (Hist. Dynast. p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenscheibe verfinstert geblieben.

733. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19. August auf eine schreckenerregende Weise verdunkelt. Schnurrer, Chron. Th. 1. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, Vet. Script. p. 58; s. oben S. 534.

840 vom 28. Mai bis 26. Aug. (Assemani rechnet auffallenderweise Mai 839) der sogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe; s. oben S. 534. (Der Chalif Al-Motaßem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Wathek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

934. In der schätzbaren Historia de Portugal von Faria y Sousa 1730 p. 147 finde ich: „En Portugal se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor." Dann öffnete sich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenschein.

1091 am 21sten September eine Verdunkelung der Sonne, welche drei Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenscheibe eine eigene Färbung. „Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat." Martin Crusius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279; Schnurrer Th. I. S. 219.

1096 am 3. März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in Sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae. Joh. Staindelii, presbyteri Pataviensis, Chronicon generale, in Oefelii Rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein fast ähnliches Phänomen wird für Junius 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenschlacht bei Liegnitz: obscuratus est Sol (in quibusdam locis?) et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S Michaelis hora

entwickelten Ansichten meines Freundes entgegen; sie halten die Intensität des Lichts der Ränder für schwächer als die des Centrums, und der zuletzt genannte unter den berühmten Physikern und Astronomen erinnert*): „daß, nach den Gesetzen des Gleichgewichts, diese äußere Dunsthülle eine mehr abgeplattete, sphäroidische Gestalt haben müsse als die darunter liegenden Hüllen; ja daß die größere Dicke, welche der Aequatorial-Gegend zukommt, einen Unterschied in der Quantität der Licht-Ausstrahlung hervorbringen müsse." Arago ist in diesem Augenblick mit Versuchen beschäftigt, durch die er nicht bloß seine eigenen Ansichten prüfen, sondern auch die Resultate der Beobachtung auf genaue numerische Verhältnisse zurückführen wird.

Die Vergleichung des Sonnenlichts mit den zwei intensivsten künstlichen Lichtern, welche man bisher auf der Erde hat hervorbringen können, giebt, nach dem noch so unvollkommenen Zustande der Photometrie, folgende numerische Resultate: In den scharfsinnigen Versuchen von Fizeau und Foucault war Drummond's Licht (hervorgebracht durch die Flamme der Orydhydrogen-Lampe, auf Kreide gerichtet) zu dem der Sonnenscheibe wie 1 zu 146. Der leuchtende Strom, welcher in Davy's Experiment zwischen zwei Kohlenspitzen mittelst einer Bunsen'schen Säule erzeugt wird, verhielt sich bei 46 kleineren Platten zum Sonnenlichte wie 1 zu 4,2; bei Anwendung sehr großer Platten aber wie 1 zu 2,5; er war also noch nicht dreimal schwächer als Sonnenlicht†). Wenn man heute noch nicht ohne Erstaunen vernimmt, daß Drummond's blendendes Licht, auf die Sonnenscheibe projicirt, einen schwarzen Flecken bildet; so erfreut man sich zwiefach der Genialität, mit der Galilei schon 1612 durch eine Reihe von Schlüssen‡) über die Kleinheit der Entfernung von der Sonne, in welcher die Scheibe der Venus am Himmelsgewölbe nicht mehr dem bloßen

---

[illegible] que le centre: car en plaçant [illegible] un segment du bord sur un segment [illegible] même effet complémentaire [illegible] un blanc pur. Dans un [illegible] boule de fer chauffée au [illegible] embrasse une plus [illegible] au bord qu'au centre, selon la proportion [illegible] de l'angle: mais dans la même [illegible] le plus grand nombre de points [illegible] une lumière plus faible en raison [illegible] Le rapport de l'angle est na[illegible] une sphère gazeuse: mais [illegible] pas dans les gaz le même [illegible] dans les corps solides, le [illegible] gazeuse serait plus lumineux que [illegible] le disque lumineux [illegible] sphère gazeuse, comme je l'ai [illegible] de tracer le polarisa[illegible]. Pour expliquer donc [illegible] le bord et le centre indiquée [illegible] faut admettre une enveloppe [illegible] éteint moins la lumière [illegible] les rayons qui viennent sur [illegible] Cette enveloppe ex[illegible] blanchâtre dans les é[illegible] — La lumière qui émane les [illegible] incandescens, est partielle[illegible] rayons [illegible] formant [illegible] angle d'un petit nombre [illegible] aucune trace sensible de [illegible] de la même manière [illegible] gaz enflammés. Cette ex[illegible] la lumière solaire ne sort [illegible] liquide incandescente. [illegible] pas uniquement à la sur[illegible] leur substance [illegible] platine. Ce n'est [illegible] l'oxygène aumiant [illegible] lumière pla[illegible] effet de réfraction au [illegible] lumière incidente. Partout où il y a réfraction, il y a production d'un peu de lumière polarisée. Les gaz n'en donnent pas parce que leurs couches n'ont pas assez de densité. — La lune suivie pendant le cours d'une lunaison entière offre des effets de polarisation, excepté à l'époque de la pleine lune et des jours qui en approchent beaucoup. La lumière solaire trouve, surtout dans les premiers et derniers quartiers, à la surface inégale (montagneuse) de notre Satellite des inclinaisons de plans convenables pour produire la polarisation par réflexion."

* Sir John Herschel, Astron. Observ. made at the Cape of Good Hope § 425 p. 434; Outlines of Astr. § 395 p. 234. Vergl. Fizeau und Foucault in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVIII. 1844 p. 860. Es ist merkwürdig genug, daß Giordano Bruno, der 8 Jahre vor Erfindung des Fernrohrs und 11 Jahre vor der Entdeckung der Sonnenflecken den Scheiterhaufen bestieg, an die Rotation der Sonne um ihre Achse glaubte. Er hielt dagegen das Centrum der Sonnenscheibe für lichtschwächer als die Ränder. Er meinte, optisch getäuscht, [illegible] die [illegible] Ränder sich ausdehnen und zusammenziehen zu sehen (Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 367).

† Fizeau und Foucault, Recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy, in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 753. — „The most intensely ignited solids (ignited quicklime in Lieutenant Drummond's oxy-hydrogen lamp) appear only as black spots on the disc of the Sun, when held between it and the eye." Outlines p. 236. Kosmos Bd. II. S. [illegible].

‡ Vergl. Arago's Commentar zu Galilei's Briefe an Marcus Welser, [illegible] Erläuterungen über den Einfluß des diffusen reflectirten Sonnenlichts [illegible] im Annuaire du Bureau des Long. pour 1842 p. 482—487.

Auge sichtbar ist, zu dem Resultate gelangt war, daß der schwärzeste Kern der Sonnenflecken leuchtender sei als die hellsten Theile des Vollmondes.

William Herschel schätzte (die Intensität des ganzen Sonnenlichts zu 1000 gesetzt) die Höfe oder Penumbren der Sonnenflecken im Mittel zu 469 und den schwarzen Kernfleck selbst zu 7. Nach dieser, wohl nur sehr muthmaßlichen Angabe besäße, da man die Sonne nach Bouguer für 300000mal lichtstärker als den Vollmond hält, ein schwarzer Kernfleck noch über 2000mal mehr Licht als der Vollmond. Der Grad der Erleuchtung der von uns gesehenen Kernflecken: d. i. des an sich dunklen Körpers der Sonne, erleuchtet durch Reflex von den Wänden der geöffneten Photosphäre, von der inneren, die Penumbren erzeugenden Dunsthülle, und durch das Licht der irdischen Luftschichten, durch die wir sehen; hat sich auch auf eine merkwürdige Weise bei einigen Durchgängen des Merkur offenbart. Mit dem Planeten verglichen, welcher uns alsdann die schwarze Nachtseite zuwendet, erschienen die nahen, dunkelsten Kernflecken in einem lichten Braungrau *). Ein vortrefflicher Beobachter, Hofrath Schwabe in Dessau, ist bei dem Merkur-Durchgange vom 5ten Mai 1832 auf diesen Unterschied der Schwärze zwischen Planet und Kernflecken besonders aufmerksam gewesen. Mir selbst ist leider bei dem Durchgang vom 9. November 1802, welchen ich in Peru beobachtete, da ich zu anhaltend mit Abständen von den Fäden beschäftigt war, die Vergleichung entgangen, obgleich die Merkurscheibe die nahen dunklen Sonnenflecken fast berührte. Daß die Sonnenflecken bemerkbar weniger Wärme ausstrahlen als die fleckenlosen Theile der Sonnenscheibe, ist schon 1815 in Amerika von dem Prof. Henry zu Princeton durch seine Versuche erwiesen worden. Das Bild der Sonne und eines großen Sonnenfleckens wurden auf einen Schirm projicirt und die Wärme-Unterschiede mittelst eines thermo-electrischen Apparats gemessen †).

Sei es, daß die Wärmestrahlen sich von den Lichtstrahlen durch andere Längen der Transversal-Schwingungen des Aethers unterscheiden; oder, mit den Lichtstrahlen identisch, nur in einer gewissen Geschwindigkeit von Schwingungen, welche sehr hohe Temperaturen erzeugt, in unseren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: so kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unserem Planeten, besonders in dessen gasartiger Umhüllung, im Luftkreise, magnetische Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electrischer Erscheinungen in krystallisirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Oersted's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchströmte Leiter während der Dauer des electrischen Stromes bestimmte Einwirkung auf die Magnetnadel hat, offenbarten factisch den Verkehr zwischen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee solcher Verwandtschaft gestützt, stellte der geistreiche Ampère, der allen Magnetismus electrischen Strömungen zuschrieb, welche in einer senkrecht auf die Achsen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypothese auf: daß der Erdmagnetismus (die magnetische Ladung des Erdkörpers) durch electrische Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Ost nach West umfließen; ja daß die stündlichen Variationen der magnetischen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenstand wechselnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, sei. Die thermo-magnetischen Versuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in den Verbindungsstellen eines Kreises (von Wismuth und Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung der Magnetnadel verursachen, bestätigten Ampère's Ansichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's, deren nähere Erörterung fast mit dem Druck dieser Blätter zusammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über diesen wichtigen Gegenstand. Während frühere Arbeiten dieses großen Physikers lehrten, daß alle Gasarten diamagnetisch, d. h. sich ost-westlich stellend, wie Wismuth und Phosphor,

*) Mädler, Astr. S. 81.

†) Philos. Mag. Ser. III. Vol. 28 p. 230 und Poggend. Annalen Bd. 68. S. 101.

(Astr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn sie in Massen
sind, graue, nebelartige Stellen, ja die Höfe der Sonnenflecken. In diesen sieht
ren und schwarze Punkte meist strahlenförmig sich vom Kern aus zum Um
Hofes verbreiten, woraus die so oft ganz übereinstimmende Gestalt des Hofes
Kernes entsteht."

Die Bedeutung und der Zusammenhang so wechselnder Erscheinungen werden
erst dem forschenden Physiker in ihrer ganzen Wichtigkeit darbieten, wenn einst
vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechanischer Uhrbew
photographischer Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darstellungen *) de
flecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunkle
körpers vorgehenden meteorologischen Processe bewirken die Erscheinungen, welch
nenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrscheinlich sind auch dort,
Meteorologie unseres Planeten, die Störungen von so mannigfaltiger und
Art, in so allgemeinen und örtlichen Ursachen gegründet, daß nur durch eine
nach Vollständigkeit strebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probl
werden kann.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von W
sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehe
Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabant
Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind, nicht auf die plane
Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen
mal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillati
von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Schei
nirt (Kosmos Buch III. S. 422). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes,
rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen de
kreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde
malige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zu
merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Ve
sen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwickelung fähig seien, ist schon an
deren Orte †) erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer E
nach ihrem Volum, unter sich oder mit ihren Abständen von der Sonne
nach ihren relativen Dichtigkeiten, Massen, Rotations-Zeiten, Ex
täten, Achsen-Neigungen, und charakteristischer Verschiedenheit diesseits
seits der Zone der Kleinen Planeten. Bei diesen Gegenständen vergleic
trachtung ist es der Natur dieses Werkes angemessen, einen besonderen Fleiß au
wahl der numerischen Verhältnisse zu verwenden, welche zu der Epoche, in
Blätter erscheinen, für die genauesten, d. h. für die Resultate der neuesten un
Forschungen gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

1. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den sieben Weltkörpern,
dem höchsten Alterthume durch ihre stets veränderte relative Entfernung unte
von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkeln
nen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich

*) Sir John Herschel, Capreise p. 434.

†) Kosmos Buch I. S. 104 und An

Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, quinque *stellae* errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöser *) Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abgesondert. So kannten nach Diodor (II, 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich, „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen †). Eben so werden in der alten pythagorischen Vorstellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Weltheerd, ἑστία) kreisen, „unmittelbar unter dem Firsternhimmel" die fünf Planeten genannt ‡); ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und ἀντίχθων (die Gegenerde). Selbst Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten, wie sie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt ||), wie sie der von mir an einem anderen Orte ¶) untersuchte Thierkreis des Bianchini (wahrscheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darstellt und sie ägyptische Monumente aus den Zeiten der Cäsaren enthalten, gehört nicht der alten Astronomie, sondern den späteren Epochen an, in welchen die astrologischen Träumereien sich überall verbreitet hatten **). Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten gesetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Ansicht des Anaxagoras (Kosmos Buch II. S. 357 und 357 Anm. *) ausnimmt, fast nie seiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen sind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius ††) und Martianus Capella ‡‡) anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir untere Planeten nennen, Satelliten der selbst um die Erde kreisenden Sonne. Ein solches System ist mit eben so wenig Grund ein ägyptisches ||||) zu nennen als mit den Ptolemäischen Epicykeln oder der Tychonischen Weltansicht zu verwechseln.

---

*) Gesenius in der Hallischen Literatur-Zeitung 1822 No. 101 und 102 (Ergänzungsbl. S. 801–812). Bei den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgottheiten, den 5 Planeten standen nur Genien vor.

†) Plato im Tim. p. 38 Steph.

‡) Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XVII und derselbe im Philolaos 1819 S. 99.

||) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed. Pruckner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Constantins des Großen.

¶) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42–49. Ich habe schon damals, 1812, auf die Analogien des Thierkreises von Bianchini mit dem von Dendera aufmerksam gemacht. Vergl. Letronne, Observations critiques sur les représentations zodiacales p. 97 und Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 80.

**) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29; Lepsius a. a. O. S. 83. Letronne bestreitet schon wegen der Zahl 7 den alt-chaldäischen Ursprung der Planetenwoche.

††) Vitruv de Archit. IX, 4 (ed. Rode 1800 p. 209). Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Aegypter als Urheber eines Systems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetarischen Sonne sind. Bei dem Ersteren heißt es: „Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, Solem ipsum, uti centrum, itineribus coronantes, regressus retrorsum et retardationes faciunt."

‡‡) Martianus Mineus Felix Capella de nuptiis philos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 289: „Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos ostendant, tamen eorum circuli Terras omnino non ambiunt, sed circa Solem laxiore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum centron in Sole constituunt, ita ut supra ipsum aliquando ....." Da diese Stelle überschrieben ist: Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis, so konnte sie freilich, wie Gassendi behauptet, Einfluß auf die ersten Ansichten des Copernicus ausüben, mehr als die dem großen Geometer Apollonius von Perga zugeschriebenen Stellen. Doch sagt Copernicus auch nur: „minime contemnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans quod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existentem." Vergl. Kosmos Buch II. S. 358 und Anm.

||||) Henri Martin in seinem Commentar zum Timäus Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 129–133) scheint mir sehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio Chaldaeorum, welche den vortrefflichen Ideler (in Wolff's und Buttmann's Museum der Alterthums-Wissenschaft Bd. II. S. 443 und in seiner Abhandlung über Eudoxus S. 48) irre geführt, erläutert zu haben. Macrobius (in Somn. Scipionis lib. I. cap. 19, lib. II. cap. 3, ed. 1694 pag. 64 und 90) weiß nichts von dem Systeme des Vitruvius und Martianus Capella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne sind, die sich aber selbst, wie die anderen Planeten um die fest im Centrum stehende Erde bewegt. Er zählt bloß die Unterschiede auf in der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur und Mond nach den Annahmen des Cicero. „Ciceroni," sagt er, „Archimedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secutus est." Wenn Cicero in der beredten Schilderung des ganzen Planetensystems (Somn. Scip. cap. 4) ausruft: „hunc (Solem) ut comites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus;" so deutet er nur auf die Nähe der Kreise der Sonne und jener 2 unteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Saturn, Jupiter und Mars

Wärme entgegensetzen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmosphäre von den Polen zum Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geschwindigkeits-Verschiedenheit unter jedem der Parallelkreise, die Ursach der Passatwinde und der Windstillen nahe am Aequator sind. Einzelne Flecken zeigen sich so permanent, daß sie, wie der große von 1779, sechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat dieselbe Gruppe 1840 achtmal verfolgen können. Ein schwarzer Kernflecken, welcher in der, von mir so viel benutzten Capreise von Sir John Herschel abgebildet ist, wurde durch genaue Messung so groß gefunden, daß, wenn unser ganzer Erdball durch die Oeffnung der Photosphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als 230 geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerksam, daß es an der Sonne gewisse Meridian-Streifen giebt, in denen er viele Jahre lang nie einen Sonnenflecken hat entstehen sehen (Thilo de Solis maculis a Soemmeringio observatis 1828 p. 22). Die so verschiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne sind keinesweges der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuschreiben; sie rühren von der Eigenschaft einiger Flecken her, selbst ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat diesem Gegenstand eine specielle Untersuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rotationen von $24^{T},28$ und $26^{T},46$ geben würden. Unsere Kenntniß von der wirklichen Rotationszeit der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beobachteten Flecken gelten, welche durch Permanenz der Gestaltung und durch Unveränderlichkeit des Abstandes von andern, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Absicht die Sonnenscheibe durchspäht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar werden, als man gewöhnlich glaubt; so findet man doch bei sorgfältiger Prüfung zwischen den Anfängen des 9ten und des 17ten Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erscheinungen aufgezeichnet, welchen man Vertrauen schenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerst einem Astronomen aus dem Benedictiner-Orden, später dem Eginhard-zugeschriebenen Annalen der fränkischen Könige, den sogenannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenscheibe im Jahr 807; den 91 Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-Motaßem im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindelii Chronicon. Die Epochen von räthselhaften geschichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man sich genauer ausdrücken sollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung der Tageshelle, haben mich seit Jahren, als meteorologische oder vielleicht kosmische Erscheinungen, zu speciellen Untersuchungen *) veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (Hevelius

*) Wenn es auch nicht zu läugnen ist, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenfleck:n gesehen haben mögen, so scheint es doch gewiß, daß solche vereinzelte Beobachtungen nie griechische und römische Schriftsteller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben, der Erscheinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophrast de Signis IV, 1 p. 797, des Aratus Diosem. v. 90–92 und Proclus Paraphr. II, 14, in welchen Ideler, der Sohn (Meteorol. Veterum p. 201 und Commentar zu Aristot. (Meteor. T. I. p. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, besagen bloß: daß die Sonnenscheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Verschiedenheit auf der Oberfläche, nichts bezeichnendes (μηδέ τι σῆμα φέροι), sondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das σῆμα, die scheckige Oberfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmosphärischen Dunstkreise (der Scholiast des Aratus sagt: der Dicke der Luft) zugeschrieben; daher ist auch immer von Morgen- und Abendsonne die Rede: weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirklichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig den Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu verachtenden Glau'en, über nahe bevorstehende Wetterveränderungen belehren. Die Sonnenscheibe am Horizont giebt Aufschlüsse über den Zustand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luftschichten. — Von den im Tert bezeichneten, dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sonnenflecken, welche man in den Jahren 807 und 840 fälschlich für Durchgänge des Merkur und der Venus gehalten hat, ist der erstere aufgeführt in der großen historischen Sammlung von Justus Reuberus, Veteres Scriptores (1726) und zwar in der Abtheilung: Annales Regum Francorum Pipini, Karoli Magni et Ludovici a quodam ejus aetatis Astronomo, Ludovici regis domestico, conscripti, p. 58. Für den Verfasser dieser Annalen wurde zuerst ein Benedictiner-Mönch (p. 28), später und mit Recht der berühmte Eginhard (Einhard, Carls des Großen Geheimschreiber) gehalten; s. Annales Einhardi in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Script. T. I. p. 194. Die Stelle heißt: „DCCCVII. stella Mercurii XVI kal. April. visa est in Sole qualis parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, *quae a nobis octo* dies conspicata est: sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impedientibus minime notare potuimus." — Den von den arabischen Astronomen erwähnten sogenannten Durchgang der Venus führt Simon Asse-

beobachtete dergleichen am 20. Juli 1643, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten) immer von vielen Sonnenfackeln begleitet sind, so bin ich wenig geneigt jene Verdun-

manus in der Einleitung zum Globus caelestis Cufico-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXXVIII auf: „Anno Hegyrae 225 regnante Almootasemo Chalifa visa est in sole prope medium nigra quaedam macula, idque feria tertia die decima nona Mensis Regebi...." Man hielt sie für den Planeten Venus, und glaubte dieselbe macula nigra (also wohl mit Unterbrechungen von 12–13 Tagen?) 91 Tage lang gesehen zu haben. Bald darauf sei Motaßem gestorben. — Von den geschichtlichen (der populären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir gesammelten Thatsachen hier folgende 17 Beispiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäsar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87, Dio Cass. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlösers. „Von der sechsten Stunde an war eine Finsterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde" (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein". Eusebius führt zur Erklärung und Bestätigung eine Sonnenfinsterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenschreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieser Olympiade zugehörige und in ganz Kleinasien sichtbare Sonnenfinsterniß schon am 24. Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. statt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdischen Paßahmahle zusammen (Ideler Bd. I. S. 515–520), am 14. Nisan, und das Passah wurde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinstert worden sein. Der Jesuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuschreiben zu dürfen.

358 am 22. Aug. zweistündige Verfinsterung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerstörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

360 In allen östlichen Provinzen des römischen Reichs per Eoos tractus) war caligo a primo Aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell. XX, 3; aber Sterne leuchteten: also wohl weder Aschenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinsterniß, der es der Geschichtsschreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur. Die Beschreibung ist ganz die einer wirklichen Sonnenfinsterniß; aber die Dauer und caligo in allen östlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erschien: Verdunkelung, so daß Sterne bei Tage gesehen wurden; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 113.

536. Justinianus I Caesar imperavit annos triginta octo (527 bis 565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse, quod nunquam ab eo recederet. Gregorius Abu'l-Faragius, Supplementum Historiae Dynastiarum, éd. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 sehr ähnlich, für das man wohl einen Namen (Höhenrauch), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567. Justinus II annos 13 imperavit (565–578) Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erst ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordschein (ein magnetisches Gewitter), dann Finsterniß und fallender Passatstaub?

626, wieder nach Abu'l-Farag. (Hist. Dynast. p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenscheibe verfinstert geblieben.

733. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19. August auf eine schreckenerregende Weise verdunkelt. Schnurrer, Chron. Th. I. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, Vet. Script. p. 58; s. oben S. 534.

840 vom 28. Mai bis 26. Aug. (Assemani rechnet auffallenderweise Mai 839) der sogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenscheibe; s. oben S. 534. (Der Chalif Al-Motassem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Wathek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

934. In der schätzbaren Historia de Portugal von Faria y Sousa 1730 p. 147 finde ich: „En Portugal se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor." Dann öffnete sich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenschein.

1091 am 21sten September eine Verdunkelung der Sonne, welche drei Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenscheibe eine eigene Färbung. „Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat." Martin Crusius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279; Schnurrer Th. I. S. 219.

1096 am 3. März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in Sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae. Joh. Staindelii, presbyteri Pataviensis, Chronicon generale, in Oefelii Rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein fast ähnliches Phänomen wird für Junius 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenschlacht bei Liegnitz: obscuratus est Sol (in quibusdam locis?) et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora

kelungen, bei denen zum Theil Sterne, wie in totalen Sonnenfinsternissen, sichtbar wurden, den Kernflecken zuzuschreiben.

Die Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annalisten Kunde geben, können, glaube ich, schon ihrer vielstündigen Dauer wegen (nach Du Séjour's Berechnung ist die längste mögliche Dauer einer totalen Verfinsterung der Sonne für den Aequator 7′ 58″, für die Breite von Paris nur 6′ 10″), möglicherweise in drei ganz verschiedenen Ursachen gegründet sein: 1) in dem gestörten Proceß der Licht-Entbindung, gleichsam in einer minderen Intensität der Photosphäre; 2) in Hindernissen (größerer und dichterer Wolkenbildung), welche die äußerste, opake Dunsthülle, die, welche die Photosphäre umgiebt, der Licht- und Wärmestrahlung der Sonne entgegensetzt; 3) in der Verunreinigung unserer Atmosphäre: wie durch verdunkelnden, meist organischen, Passatstaub, durch Tintenregen oder mehrtägigen, von Macgowan beschriebenen chinesischen Sandregen. Die zweite und dritte der genannten Ursachen erfordern keine Schwächung des, vielleicht electro-magnetischen Lichtprocesses (des perpetuirlichen Polarlichtes*) in der Sonnen-Atmosphäre; die letzte Ursach schließt aber das Sichtbar-Werden von Sternen am Mittag aus, von dem so oft bei jenen räthselhaften, nicht umständlich genug beschriebenen Verfinsterungen die Rede ist.

Aber nicht bloß die Existenz der dritten und äußersten Umhüllung der Sonne, sondern die Vermuthungen über die ganze physische Constitution des Centralkörpers unseres Planetensystems werden bekräftigt durch Arago's Entdeckung der chromatischen Polarisation. „Ein Lichtstrahl, welcher viele Millionen Meilen weit aus den fernsten Himmelsräumen zu unserem Auge gelangt, verkündigt im Polariscop gleichsam von selbst, ob er reflectirt oder gebrochen sei; ob er von einem festen, von einem tropfbar-flüssigen oder von einem gasförmigen Körper emanirt: er verkündigt sogar den Grad seiner Intensität." (Kosmos Buch I. S. 22, Buch II. S. 370.) Es ist wesentlich zu unterscheiden zwischen dem natürlichen Lichte, wie es unmittelbar (direct) der Sonne, den Fixsternen oder Gasflammen entströmt und durch Reflexion von einer Glasplatte unter einem Winkel von 35° 25′ polarisirt wird; und zwischen dem polarisirten Lichte, das als solches gewisse Substanzen (glühende, sowohl feste als tropfbar-flüssige Körper) von selbst ausstrahlen. Das polarisirte Licht, welches die eben genannten Classen von Körpern geben, kommt sehr wahrscheinlich aus ihrem Inneren. Indem es aus einem dichteren Körper in die dünnen umgebenden Luftschichten tritt, wird es an der Oberfläche gebrochen; und bei diesem Vorgange kehrt ein Theil des gebrochenen Strahls nach dem Inneren zurück und wird durch Reflexion polarisirtes Licht, während der andere Theil die Eigenschaften des durch Refraction polarisirten Lichtes darbietet. Das chromatische Polariscop unterscheidet beide durch die entgegengesetzte Stellung der farbigen Complementar-Bilder. Mittelst sorgfältiger Versuche, die über das Jahr 1820 hinausreichen, hat Arago erwiesen, daß ein glühender fester Körper (z. B. eine rothglühende eiserne Kugel) oder ein leuchtendes geschmol-

---

nona. Chronicon Claustro-Neoburgense (von Kloster-Neuburg bei Wien, die Jahre 218 nach Chr. bis 1348 enthaltend) in Pez, Scriptores rerum Austriacarum, Lips. 1721, T. I. p. 458. den 23., 24. und 25. April, also einen Tag vor und einen Tag nach der Schlacht von Mühlbach, in welcher der Churfürst Johann Friedrich gefangen wurde. Kepler sagt in Paralipom. ad Vitellium, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 259: refert Gemma, pater et filius, anno 1547 ante conflictum Caroli V. cum Saxoniae Duce Solem per tres dies ceu sanguine per usum comparuissi, ut etiam stellae pleraeque in meridie conspicerentur. (Eben so Kepler, de Stella nova in Serpentario p. 113.) Ueber die Ursach ist er sehr zweifelhaft: „Solis lumen ob causas quasdam sublimes hebetari .... vielleicht habe gewirkt materia cometica latius sparsa. Die Ursach könne nicht in unserer Atmosphäre gelegen haben, da man Sterne am Mittag gesehen." Schnurrer (Chronik der Seuchen Th. II. S. 93) will trotz der Sterne, daß es Höhenrauch gewesen sei, weil Kaiser Carl V. vor der Schlacht sich beklagte: „semper se nebulae densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit" (Lambert. Hortens. de bello german. lib. VI p. 182).

*) Schon Horrebow (Basis Astronomiae 1735 § 226) bedient sich desselben Ausdruckes. Das Sonnenlicht ist nach ihm „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunstkreise vorgehendes Nordlicht, durch thätige magnetische Kräfte hervorgebracht" s. Hanow in Joh. Dan. Titius, gemeinnützige Abhandlungen über natürliche Dinge 1768 S. 102).

zenes, fließendes Metall in Strahlen, die in perpendicularer Richtung ausströmen, bloß natürliches Licht geben: während die Lichtstrahlen, welche unter sehr kleinen Winkeln von den Rändern zu unserem Auge gelangen, polarisirt sind. Wurde nun dasselbe optische Werkzeug, durch welches man beide Lichtarten scharf von einander unterscheidet, das Polariscop, auf Gasflammen angewendet; so war keine Polarisation zu entdecken, sollten auch die Lichtstrahlen unter noch so kleinen Winkeln emaniren. Wenn gleich selbst in den gasförmigen Körpern das Licht im Inneren erzeugt wird, so scheint doch bei der so geringen Dichtigkeit der Gas-Schichten weder der längere Weg die sehr obliquen Lichtstrahlen an Zahl und Stärke zu schwächen, noch der Austritt an der Oberfläche, der Uebergang in ein anderes Medium, Polarisation durch Refraction zu erzeugen. Da nun die Sonne ebenfalls keine Spur von Polarisation zeigt, wenn man das Licht, welches in sehr obliquer Richtung unter bedeutend kleinen Winkeln von den Rändern ausströmt, im Polariscop untersucht; so folgt aus dieser wichtigen Vergleichung, daß das, was in der Sonne leuchtet, nicht aus dem festen Sonnenkörper, nicht aus etwas tropfbar-flüssigem, sondern aus einer gasförmigen selbstleuchtenden Umhüllung kommt. Wir haben hier eine materielle physische Analyse der Photosphäre.

Dasselbe Instrument hat aber auch zum Schlusse geführt, daß die Intensität des Lichtes in dem Centrum der Sonnenscheibe nicht größer als die der Ränder ist. Wenn die zwei complementaren Farbenbilder der Sonne, das rothe und blaue, so über einander geschoben werden, daß der Rand des einen Bildes auf das Centrum des anderen fällt, so entsteht ein vollkommenes Weiß. Wäre die Intensität des Lichts in den verschiedenen Theilen der Sonnenscheibe nicht dieselbe, wäre z. B. das Centrum der Sonne leuchtender als der Rand; so würde, bei dem theilweisen Decken der Bilder, in dem gemeinschaftlichen Segmente des blauen und rothen Discus nicht ein reines Weiß, sondern ein blasses Roth erscheinen, weil die blauen Strahlen nur vermögend wären einen Theil der häufigeren rothen Strahlen zu neutralisiren. Erinnern wir uns nun wieder, daß in der gasförmigen Photosphäre der Sonne, ganz im Gegensatz mit dem, was in festen oder tropfbar-flüssigen Körpern vorgeht, die Kleinheit der Winkel, unter welchen die Lichtstrahlen emaniren, nicht ihre Zahl an den Rändern vermindert; so würde, da derselbe Visionswinkel an den Rändern eine größere Menge leuchtender Punkte umfaßt als in der Mitte der Scheibe, nicht auf die Compensation zu rechnen sein, welche, wäre die Sonne eine leuchtende eiserne Kugel, also ein fester Körper, an den Rändern zwischen den entgegengesetzten Wirkungen der Kleinheit des Strahlungswinkels und des Umfassens einer größeren Zahl von Lichtpunkten unter demselben Visionswinkel statt fände. Die selbstleuchtende gasförmige Umhüllung, d. i. die uns sichtbare Sonnenscheibe, müßte sich also im Widerspruch mit den Anzeigen des Polariscops, welches den Rand und die Mitte von gleicher Intensität gefunden, leuchtender in dem Centrum als an dem Rande darstellen. Daß dem nicht so ist, wird der äußersten, trüben Dunsthülle zugeschrieben, welche die Photosphäre umgiebt, und das Licht vom Centrum minder dämpft als die auf langem Wege die Dunsthülle durchschneidenden Lichtstrahlen der Ränder*). Bouguer und Laplace, Airy und Sir John Herschel sind den hier

*) Arago in den Mémoires des sciences mathém. et phys. de l'Institut de France. Année 1811 Partie 1. p. 118; Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 351 und 652; Fourier, Eloge de William Herschel in den Mém. de l'Institut T. VI. Année 1823 (Par. 1827) p. LXXII. Es ist ebenfalls merkwürdig und beweisend für eine große Gleichartigkeit in der Natur des Lichts, aus dem Centrum und aus dem Rande der Sonnenscheibe emanirend, daß nach einem sinnreichen Versuch von Forbes, während einer Sonnenfinsterniß im Jahr 1836, ein aus alleinigen Randstrahlen gebildetes Spectrum in Hinsicht auf Zahl und Lage der dunkeln Linien oder Streifen, die es durchlaufen, ganz identisch mit dem war, welches aus der Gesammtheit des Sonnenlichts entspringt. Wenn im Sonnenlicht Strahlen von gewisser Brechbarkeit fehlen, so sind sie also wohl nicht, wie Sir David Brewster vermuthet, in der Sonnen-Atmosphäre selbst verloren gegangen: weil die Strahlen des Randes, eine viel dickere Schicht durchschneidend, dieselben dunkeln Linien hervorbringen. (Forbes, in den Comptes rendus T. II. 1836 p. 576.) Ich stelle am Ende dieser Note alles zusammen, was ich im Jahr 1847 aus Arago's Handschriften gesammelt:

„Des phénomènes de la Polarisation colorée donnent la certitude que le bord du soleil a la même in

entwickelten Ansichten meines Freundes entgegen; sie halten die Intensität des Lichtes der Ränder für schwächer als die des Centrums, und der zuletzt genannte unter den berüh ten Physikern und Astronomen erinnert*): „daß, nach den Gesetzen des Gleichgewic diese äußere Dunsthülle eine mehr abgeplattete, sphäroidische Gestalt haben müsse als darunter liegenden Hüllen; ja daß die größere Dicke, welche der Aequatorial-Gegend kommt, einen Unterschied in der Quantität der Licht-Ausstrahlung hervorbringen möch Arago ist in diesem Augenblick mit Versuchen beschäftigt, durch die er nicht bloß seine ei nen Ansichten prüfen, sondern auch die Resultate der Beobachtung auf genaue numeri Verhältnisse zurückführen wird.

Die Vergleichung des Sonnenlichts mit den zwei intensivsten künstlichen Lichtern, we man bisher auf der Erde hat hervorbringen können, giebt, nach dem noch so unvollkom nen Zustande der Photometrie, folgende numerische Resultate: In den scharfsinnigen V suchen von Fizeau und Foucault war Drummond's Licht (hervorgebracht durch die Flam der Oxyhydrogen-Lampe, auf Kreide gerichtet) zu dem der Sonnenscheibe wie 1 zu 1 Der leuchtende Strom, welcher in Davy's Experiment zwischen zwei Kohlenspitzen mitt einer Bunsen'schen Säule erzeugt wird, verhielt sich bei 46 kleineren Platten zum Sonn lichte wie 1 zu 4,2; bei Anwendung sehr großer Platten aber wie 1 zu 2,5; er war a noch nicht dreimal schwächer als Sonnenlicht†). Wenn man heute noch nicht ohne staunen vernimmt, daß Drummond's blendendes Licht, auf die Sonnenscheibe projic einen schwarzen Flecken bildet; so erfreut man sich zwiefach der Genialität, mit der Gali schon 1612, durch eine Reihe von Schlüssen‡) über die Kleinheit der Entfernung von Sonne, in welcher die Scheibe der Venus am Himmelsgewölbe nicht mehr dem blo

---

tensité de lumière que le centre; car en plaçant dans le Polariscope un segment du bord sur un segment du centre j'obtiens (comme effet complémentaire du rouge et du bleu) un blanc pur. Dans un corps solide (dans une boule de fer chauffée au rouge) le même angle de vision embrasse une plus grande étendue au bord qu'au centre, selon la proportion du Cosinus de l'angle: mais dans la même proportion aussi le plus grand nombre de points matériels émettent une lumière plus faible *en raison de leur obliquité*. Le rapport de l'angle est naturellement le même pour une sphère gazeuse; mais l'obliquité ne produisant pas dans les gaz le même effet de diminution que dans les corps solides, le bord de la sphère gazeuse serait plus lumineux que le centre. Ce que nous appelons le disque lumineux du Soleil, est la Photosphère gazeuse, comme je l'ai prouvé par le manque absolu de traces de polarisation sur le bord du disque. Pour expliquer donc *l'égalité d'intensité* du bord et du centre indiquée par le Polariscope, il faut admettre une enveloppe extérieure qui diminue (éteint) moins la lumière qui vient du centre que les rayons qui viennent sur le long trajet du bord à l'oeil. Cette enveloppe extérieure forme le couronne blanchâtre dans les éclipses totales du Soleil. — La lumière qui émane des corps solides et liquides incandescens, est partiellement polarisée quand les rayons observés forment, avec la surface de sortie, un angle d'un petit nombre de degrés; mais il n'y a aucune trace sensible de polarisation lorsqu'on regarde de la même manière dans le Polariscope des gaz enflammés. Cette expérience démontre que la lumière solaire ne sort pas d'une masse solide ou liquide incandescente. La lumière ne s'engendre pas uniquement à la surface des corps; une portion naît dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine. Ce n'est donc pas la décomposition de l'oxygène ambiant qui donne la lumière. L'émission de lumière polarisée par le fer liquide est un effet de réfraction au passage vers un moyen d'une moindre densité. Partout où il y a réfraction, il y a production d'un de lumière polarisée. Les gaz n'en donnent p parce que leurs couches n'ont pas assez de dens — La lune suivie pendant le cours d'une lunai entière offre des effets de polarisation, except l'époque de la pleine lune et des jours qui en prochent beaucoup. La lumière solaire trouve, s tout dans les premiers et derniers quartiers, à surface inégale (montagneuse) de notre Satel des inclinaisons de plans convenables pour produ la polarisation par réflexion."

*) Sir John Herschel, Astron. Observ. m at the Cape of Good Hope § 425 p. 434; Outli of Astr. § 395 p. 234. Vergl. Fizeau und Fo cault in den Comptes rendus de l'Acad. des Sci ces T. XVIII. 1844 p. 860. Es ist merkwürdig ge daß Giordano Bruno, der 8 Jahre vor Erfindung Fernrohrs und 11 Jahre vor der Entdeckung der S nenflecken den Scheiterhaufen bestieg, an die Rotat der Sonne um ihre Achse glaubte. Er hielt dagegen Centrum der Sonnenscheibe für lichtschwächer als Ränder. Er meinte, optisch getäuscht, die Scheibe drehen, die wirbelnden Ränder sich ausdehnen und sammenziehen zu sehen (Jordano Bruno par Christ Bartholmèss T. II. 1847 p. 367).

†) Fizeau und Foucault, Recherches l'intensité de la lumière émise par le charbon d l'expérience de Davy, in den Comptes rendus XVIII. 1844 p. 753. — „The most intensely ig ed solids (ignited quicklime in Lieutenant Dru mond's oxy-hydrogen lamp) appear only *as bl spots* on the disc of the Sun, when held betwee and the eye." Outlines p. 236 (Kosmos Buch S. 365).

‡) Vergl. Arago's Commentar zu Galilei's Bri an Marcus Welser, wie dessen optische Erläuterun über den Einfluß des diffusen reflectirten Sonnenli der Luftschichten, welches die im Felde eines Fernro am Himmelsgewölbe gesehenen Gegenstände wie mit nem Lichtschleier bedeckt, im Annuaire du Bur des Long. pour 1842 p. 482–487.

Auge sichtbar ist, zu dem Resultate gelangt war, daß der schwärzeste Kern der Sonnenflecken leuchtender sei als die hellsten Theile des Vollmondes.

William Herschel schätzte (die Intensität des ganzen Sonnenlichts zu 1000 gesetzt) die Höfe oder Penumbren der Sonnenflecken im Mittel zu 469 und den schwarzen Kernfleck selbst zu 7. Nach dieser, wohl nur sehr muthmaßlichen Angabe besäße, da man die Sonne nach Bouguer für 300000mal lichtstärker als den Vollmond hält, ein schwarzer Kernfleck noch über 2000mal mehr Licht als der Vollmond. Der Grad der Erleuchtung der von uns gesehenen Kernflecken: d. i. des an sich dunklen Körpers der Sonne, erleuchtet durch Reflex von den Wänden der geöffneten Photosphäre, von der inneren, die Penumbren erzeugenden Dunsthülle, und durch das Licht der irdischen Luftschichten, durch die wir sehen; hat sich auch auf eine merkwürdige Weise bei einigen Durchgängen des Merkur offenbart. Mit dem Planeten verglichen, welcher uns alsdann die schwarze Nachtseite zuwendet, erschienen die nahen, dunkelsten Kernflecken in einem lichten Braungrau*). Ein vortrefflicher Beobachter, Hofrath Schwabe in Dessau, ist bei dem Merkur-Durchgange vom 5ten Mai 1832 auf diesen Unterschied der Schwärze zwischen Planet und Kernflecken besonders aufmerksam gewesen. Mir selbst ist leider bei dem Durchgang vom 9. November 1802, welchen ich in Peru beobachtete, da ich zu anhaltend mit Abständen von den Fäden beschäftigt war, die Vergleichung entgangen, obgleich die Merkurscheibe die nahen dunklen Sonnenflecken fast berührte. Daß die Sonnenflecken bemerkbar weniger Wärme ausstrahlen als die fleckenlosen Theile der Sonnenscheibe, ist schon 1815 in Amerika von dem Prof. Henry zu Princeton durch seine Versuche erwiesen worden. Das Bild der Sonne und eines großen Sonnenfleckens wurden auf einen Schirm projicirt und die Wärme-Unterschiede mittelst eines thermo-electrischen Apparats gemessen†).

Sei es, daß die Wärmestrahlen sich von den Lichtstrahlen durch andere Längen der Transversal-Schwingungen des Aethers unterscheiden; oder, mit den Lichtstrahlen identisch, nur in einer gewissen Geschwindigkeit von Schwingungen, welche sehr hohe Temperaturen erzeugt, in unseren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: so kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unserem Planeten, besonders in dessen gasartiger Umhüllung, im Luftkreise, magnetische Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electrischer Erscheinungen in krystallisirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Oersted's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchströmte Leiter während der Dauer des electrischen Stromes bestimmte Einwirkung auf die Magnetnadel hat, offenbarten factisch den Verkehr zwischen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee solcher Verwandtschaft gestützt, stellte der geistreiche Ampère, der allen Magnetismus electrischen Strömungen zuschrieb, welche in einer senkrecht auf die Achsen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypothese auf: daß der Erdmagnetismus (die magnetische Ladung des Erdkörpers) durch electrische Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Ost nach West umfließen; ja daß die stündlichen Variationen der magnetischen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenstand wechselnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, sei. Die thermo-magnetischen Versuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in den Verbindungsstellen eines Kreises (von Wismuth und Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung der Magnetnadel verursachen, bestätigten Ampère's Ansichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's, deren nähere Erörterung fast mit dem Druck dieser Blätter zusammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über diesen wichtigen Gegenstand. Während frühere Arbeiten dieses großen Physikers lehrten, daß alle Gasarten diamagnetisch, d. h. sich ost-westlich stellend, wie Bismuth und Phosphor,

---

*) Mädler, Astr. S. 81.

†) Philos. Mag. Ser. III. Vol. 28 p. 230 und Poggend. Annalen Bd. 68, S. 101.

seien, das Sauerstoffgas aber am schwächsten; wurde durch seine letzte Arbeit, deren Anfang bis 1847 hinaufreicht, erwiesen: daß Sauerstoffgas allein unter allen Gasarten sich wie Eisen, d. h. in nord-südlicher Achsenstellung, verhalte; ja daß das Sauerstoffgas durch Verdünnung und Erhöhung der Temperatur von seiner paramagnetischen Kraft verliere. Da die diamagnetische Thätigkeit der anderen Bestandtheile der Atmosphäre, des Stickgases und der Kohlensäure, weder durch ihre Ausdehnung noch durch Temperatur-Erhöhung modificirt wird, so ist nur die Hülle von Sauerstoff in Betrachtung zu ziehen welche den ganzen Erdball „gleichsam wie eine große Kuppel von dünnem Eisenblech umgiebt und von ihm Magnetismus empfängt." Die Hälfte der Kuppel, welche der Sonne zugekehrt ist, wird weniger paramagnetisch sein als die entgegengesetzte; und da diese Hälften durch Rotation und Revolution um die Sonne sich immerfort in ihren Grenzen räumlich verändern, so ist Faraday geneigt aus diesen thermischen Verhältnissen einen Theil der Variationen des tellurischen Magnetismus auf der Oberfläche herzuleiten. Die durch Experimente begründete Assimilation einer einzigen Gasart, des Sauerstoffs, mit dem Eisen ist eine wichtige Entdeckung*) unserer Zeit; sie ist um so wichtiger, als der Sauerstoff wahrscheinlich fast die Hälfte aller ponderablen Stoffe in den uns zugänglichen Theilen der Erde bildet. Ohne die Annahme magnetischer Pole in dem Sonnenkörper oder eigener magnetischer Kräfte in den Sonnenstrahlen kann der Centralkörper als ein mächtiger Wärmequell magnetische Thätigkeit auf unserem Planeten erregen.

Die Versuche, welche man gemacht hat, durch vieljährige, an einzelnen Orten angestellte meteorologische Beobachtungen zu erweisen, daß eine Seite der Sonne (z. B. die, welche am 1. Januar 1846 der Erde zugewandt war) eine stärkere wärmere Kraft als die entgegengesetzte besitze†), haben eben so wenig zu sichern Resultaten geführt als die sogenannten Beweise der Abnahme des Sonnendurchmessers, geschlossen aus den älteren Greenwicher Beobachtungen von Maskelyne. Fester begründet aber scheint die vom Hofrath Schwabe in Dessau auf bestimmte Zahlenverhältnisse reducirte Periodicität der Sonnenflecken. Keiner der jetzt lebenden Astronomen, die mit vortrefflichen Instrumenten ausgerüstet sind, hat diesem Gegenstand eine so anhaltende Aufmerksamkeit widmen können. Während des langen Zeitraums von 24 Jahren hat Schwabe oft über 300 Tage im Jahre die Sonnenscheibe durchforscht. Da seine Beobachtungen der Sonnenflecken von 1844 bis 1850 noch nicht veröffentlicht waren, so habe ich von seiner Freundschaft erlangt, daß er mir dieselben mitgetheilt, und zugleich auf eine Zahl von Fragen geantwortet hat, die ich ihm vorgelegt. Ich schließe den Abschnitt von der physischen Constitution unseres Centralkörpers mit dem, womit jener Beobachter den astronomischen Theil meines Buches hat bereichern wollen.

„Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Zahlen lassen wohl keinen Zweifel übrig, daß wenigstens vom Jahre 1826 bis 1850 eine Periode der Sonnenflecken von ungefähr 10 Jahren in der Art statt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen ist. Ich habe keine Gelegenheit gehabt (sagt Schwabe) ältere Beobachtungen in einer fortlaufenden Reihe kennen zu lernen, stimme aber gern der Meinung bei, daß diese Periode selbst wieder veränderlich sein könne ‡)."

*) Faraday über atmosphärischen Magnetismus, in den Exper. Researches on Electricity, Twenty-Fifth and Twenty-Sixth Series (Phil. Transact. for 1851 Part 1.) § 2774, 2780, 2881, 2892–2968, und für das Historische der Untersuchung § 2847.

†) Vergl. Nervander aus Helsingfors im Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. de St. Pétersbourg T. III. 1845 p. 30–32, und Buys-Ballot aus Utrecht in Poggend. Annalen der Physik Bd. 68. 1846 S. 205–213.

‡) Was den handschriftlichen Mittheilungen von Schwabe entnommen ist von S. 402 bis 404, habe ich durch Anführungszeichen unterschieden. Nur die Beobachtungen der Jahre 1826 bis 1843 waren schon in Schumacher's Astron. Nachr. No. 495 (Bd. XXI. 1844) S. 235 veröffentlicht.

Jahr.	Gruppen.	Fleckenfreie Tage.	Beobachtungs-Tage.	Jahr.	Gruppen.	Fleckenfreie Tage.	Beobachtungs-Tage.
1826	118	22	277	1839	162	0	205
1827	161	2	273	1840	152	3	263
1828	225	0	282	1841	102	15	283
1829	199	0	244	1842	68	64	307
1830	190	1	217	1843	34	149	312
1831	149	3	239	1844	52	111	321
1832	84	49	270	1845	114	29	332
1833	33	139	267	1846	157	1	314
1834	51	120	273	1847	257	0	276
1835	173	18	244	1848	330	0	278
1836	272	0	200	1849	238	0	285
1827	333	0	168	1850	186	2	308
1838	282	0	202				

„Große, mit unbewaffnetem Auge sichtbare Sonnenflecken beobachtete ich fast in allen den Jahren, in welchen das Minimum nicht statt fand; die größten erschienen 1828, 1829, 1831, 1836, 1837, 1838, 1839, 1847, 1848. Große Sonnenflecken nenne ich aber diejenigen, welche einen Durchmesser von mehr als 50″ haben. Diese fangen dann erst an dem unbewaffneten, scharfsichtigen Auge sichtbar zu werden.“

„Unbezweifelt stehen die Sonnenflecken in genauer Beziehung zu der Fackelbildung; ich sehe häufig sowohl nach dem Verschwinden der Flecken an demselben Orte Fackeln oder Narben entstehen, als auch in den Fackeln neue Sonnenflecken sich entwickeln. Jeder Flecken ist mit mehr oder weniger starkem Lichtgewölk umgeben. Ich glaube nicht, daß die Sonnenflecken irgend einen Einfluß auf die Temperatur des Jahres haben. Ich notire täglich dreimal den Barometer- und Thermometerstand; die hieraus jährlich gezogenen Mittelzahlen lassen bisher keinen bemerkbaren Zusammenhang ahnden zwischen Klima und Zahl der Flecken. Wenn sich aber auch in einzelnen Fällen scheinbar ein solcher Zusammenhang zeigte, so würde derselbe doch nur dann erst von Wichtigkeit werden, wenn die Resultate aus vielen anderen Theilen der Erde damit übereinstimmten. Sollten die Sonnenflecken irgend einen geringen Einfluß auf unsere Atmosphäre haben, so würde meine Tabelle vielleicht eher darauf hindeuten, daß die fleckenreichen Jahre weniger heitere Tage zählten als die fleckenarmen. (Schum. Astron. Nachr. No. 638 S. 221.)“

„William Herschel nannte die helleren Lichtstreifen, welche sich nur gegen den Sonnenrand hin zeigen, Fackeln; Narben aber die aderartigen Stellen, welche bloß gegen die Mitte der Sonnenscheibe hin sichtbar werden (Astr. Nachr. No. 350 S. 243). Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß Fackeln und Narben aus demselben geballten Lichtgewölk herrühren: welches am Sonnenrande lichtvoller hervortritt; in der Mitte der Sonnenscheibe aber, weniger hell als die Oberfläche, in der Form von Narben erscheint. Ich ziehe vor, alle helleren Stellen auf der Sonne Lichtgewölk zu nennen, und dasselbe nach seiner Gestaltung in geballtes und aderförmiges einzutheilen. Dieses Lichtgewölk ist auf der Sonne unregelmäßig vertheilt, und giebt bisweilen der Scheibe bei seinem stärkeren Hervortreten ein marmorirtes Ansehen. Dasselbe ist oft am ganzen Sonnenrande, ja zuweilen bis zu den Polen, deutlich sichtbar; jedoch immer am kräftigsten in den eigentlichen beiden Fleckenzonen, selbst in Epochen, wo diese keine Flecken haben. Alsdann erinnern beide helle Fleckenzonen der Sonne lebhaft an die Streifen des Jupiter.“

„Furchen sind die zwischen dem aderförmigen Lichtgewölk befindlichen matteren Stellen der allgemeinen Sonnen-Oberfläche, welche stets ein chagrin-artiges, griessandiges Ansehen hat; d. h. an Sand erinnert, welcher aus gleich großen Körnern besteht. Auf dieser chagrin-artigen Oberfläche sieht man zuweilen außerordentlich kleine mattgraue (nicht schwarze) Punkte (Poren), die wiederum mit äußerst feinen dunklen Aederchen durchzogen sind

(Astr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn sie in Massen vorhanden sind, graue, nebelartige Stellen, ja die Höfe der Sonnenflecken. In diesen sieht man Poren und schwarze Punkte meist strahlenförmig sich vom Kern aus zum Umfange des Hofes verbreiten, woraus die so oft ganz übereinstimmende Gestalt des Hofes mit der des Kernes entsteht."

Die Bedeutung und der Zusammenhang so wechselnder Erscheinungen werden sich dann erst dem forschenden Physiker in ihrer ganzen Wichtigkeit darbieten, wenn einst unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechanischer Uhrbewegung und photographischer Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darstellungen *) der Sonnenflecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers vorgehenden meteorologischen Processe bewirken die Erscheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrscheinlich sind auch dort, wie in der Meteorologie unseres Planeten, die Störungen von so mannigfaltiger und verwickelter Art, in so allgemeinen und örtlichen Ursachen gegründet, daß nur durch eine lange und nach Vollständigkeit strebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöst werden kann.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von Weltkörpern sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehen sich diese Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabanten oder Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind, nicht auf die planetarischen Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen schon zehnmal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillation, weil sie von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Scheiben emanirt (Kosmos Buch III. S. 422). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes, wie in dem rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen den Wendekreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde eine zweimalige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zumal einige merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Venus beweisen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwickelung fähig seien, ist schon an einem anderen Orte †) erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach ihrem Volum, unter sich oder mit ihren Abständen von der Sonne verglichen; nach ihren relativen Dichtigkeiten, Massen, Rotations-Zeiten, Excentricitäten, Achsen-Neigungen, und charakteristischer Verschiedenheit diesseits und jenseits der Zone der Kleinen Planeten. Bei diesen Gegenständen vergleichender Betrachtung ist es der Natur dieses Werkes angemessen, einen besonderen Fleiß auf die Auswahl der numerischen Verhältnisse zu verwenden, welche zu der Epoche, in der diese Blätter erscheinen, für die genauesten, d. h. für die Resultate der neuesten und sichersten Forschungen gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

1. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den sieben Weltkörpern, welche seit dem höchsten Alterthume durch ihre stets veränderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abstände scheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixsternhimmels (Orbis inerrans) unterschieden worden sind, zeigen sich nur fünf:

*) Sir John Herschel, Capreise p. 434.

†) Kosmos Buch I. S. 104 und Anm.

Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, sternartig, quinque *stellae* errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da sie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöser *) Mythen an sie knüpfte, gleichsam von den übrigen abgesondert. So kannten nach Diodor (II, 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, sagt ausdrücklich, „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen sich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze also in 7 Umgängen †). Eben so werden in der alten pythagorischen Vorstellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Weltheerd, ἑστία) kreisen, „unmittelbar unter dem Firsternhimmel" die fünf Planeten genannt ‡); ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und ἀντίχθων (die Gegenerde). Selbst Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten, wie sie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt ||), wie sie der von mir an einem anderen Orte ¶) untersuchte Thierkreis des Bianchini (wahrscheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darstellt und sie ägyptische Monumente aus den Zeiten der Cäsaren enthalten, gehört nicht der alten Astronomie, sondern den späteren Epochen an, in welchen die astrologischen Träumereien sich überall verbreitet hatten **). Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten gesetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Ansicht des Anaxagoras (Kosmos Buch II. S. 357 und 357 Anm. *) ausnimmt, fast nie seiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen sind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius ††) und Martianus Capella ‡‡) anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir untere Planeten nennen, Satelliten der selbst um die Erde kreisenden Sonne. Ein solches System ist mit eben so wenig Grund ein ägyptisches ||||) zu nennen als mit den Ptolemäischen Epicykeln oder der Tychonischen Weltansicht zu verwechseln.

---

*) Gesenius in der Hallischen Literatur-Zeitung 1822 No. 101 und 102 (Ergänzungsbl. S. 801–812). Bei den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgottheiten, den 5 Planeten standen nur Genien vor.

†) Plato im Tim. p. 38 Steph.

‡) Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XVII und derselbe im Philolaos 1819 S. 99.

||) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed. Pruckner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Constantins des Großen.

¶) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42–49. Ich habe schon damals, 1812, auf die Analogien des Thierkreises von Bianchini mit dem von Dendera aufmerksam gemacht. Vergl. Letronne, Observations critiques sur les représentations zodiacales p. 97 und Lepsius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 80.

**) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29; Lepsius a. a. O. S. 83. Letronne bestreitet schon wegen der Zahl 7 den alt-chaldäischen Ursprung der Planetenwoche.

††) Vitruv de Archit. IX, 4 (ed. Rode 1800 p. 209). Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Aegypter als Urheber eines Systems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetarischen Sonne sind. Bei dem Ersteren heißt es: „Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, Solem ipsum, uti centrum, itineribus coronantes, regressus retrorsum et retardationes faciunt."

‡‡) Martianus Mineus Felix Capella de nuptiis philos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 289: „Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos ostendant, tamen eorum circuli Terras omnino non ambiunt, sed circa Solem laxiore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum centron in Sole constituunt, ita ut supra ipsum aliquando ....." Da diese Stelle überschrieben ist: Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis, so konnte sie freilich, wie Gassendi behauptet, Einfluß auf die ersten Ansichten des Copernicus ausüben, mehr als die dem großen Geometer Apollonius von Perga zugeschriebenen Stellen. Doch sagt Copernicus auch nur: „minime contemnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans quod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existentem." Vergl. Kosmos Buch II. S. 358 und Anm.

||||) Henri Martin in seinem Commentar zum Timäus Etudes sur le Timée de Platon T. II. p. 129–133) scheint mir sehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio Chaldaeorum, welche den vortrefflichen Ideler (in Wolff's und Buttmann's Museum der Alterthums-Wissenschaft Bd. II. S. 443 und in seiner Abhandlung über Eudoxus S. 48) irre geführt, erläutert zu haben. Macrobius (in Somn. Scipionis lib. I. cap. 19, lib. II. cap. 3, ed. 1694 pag. 64 und 90) weiß nichts von dem Systeme des Vitruvius und Martianus Capella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne sind, die sich aber selbst, wie die anderen Planeten um die fest im Centrum stehende Erde bewegt. Er zählt bloß die Unterschiede auf in der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur und Mond nach den Annahmen des Cicero. „Ciceroni," sagt er, „Archimedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secutus est." Wenn Cicero in der beredten Schilderung des ganzen Planetensystems (Somn. Scip. cap. 4) ausruft: „hunc (Solem) ut comites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus;" so deutet er nur auf die Nähe der Kreise der Sonne und jener 2 unteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Saturn, Jupiter und Mars

Die Namen, durch welche die sternartigen 5 Planeten bei den alten Völkern bezeichnet wurden, sind zweierlei Art: Götternamen; oder bedeutsame beschreibende, von physischen Eigenschaften hergenommene. Was ursprünglich davon den Chaldäern oder den Aegyptern angehöre, ist nach den Quellen, die bisher haben benutzt werden können, um so schwerer zu entscheiden, als die griechischen Schriftsteller uns nicht die ursprünglichen, bei anderen Völkern gebräuchlichen Namen, sondern nur in das Griechische übertragene, nach der Individualität ihrer Ansichten gemodelte Aequivalente darbieten. Was die Aegypter früher als die Chaldäer besessen, ob diese bloß als begabte Schüler*) der Ersteren auftreten, berührt die wichtigen, aber dunklen Probleme der ersten Gesittung des Menschengeschlechts, der Anfänge wissenschaftlicher Gedankenentwickelung am Nil oder am Euphrat. Man kennt die ägyptischen Benennungen der 36 Decane; aber die ägyptischen Namen der Planeten sind uns, bis auf einen oder zwei, nicht erhalten †).

Auffallend ist es, daß Plato und Aristoteles sich nur der göttlichen Namen für die Planeten, die auch Diodor nennt, bedienen: während später z. B. in dem dem Aristoteles fälschlich zugeschriebenen Buche de Mundo schon ein Gemisch von beiden Arten von Benennungen, der göttlichen und der beschreibenden (expressiven), sich findet: φαίνων für Saturn, στίλβων für Merkur, πυρόεις für Mars ‡). Wenn dem Saturn, dem äußersten der

---

aufgezählt hatte: alle kreisend um die unbewegliche Erde. Die Kreisbahn eines Nebenplaneten kann nicht die Kreisbahn eines Hauptplaneten umschließen, und doch sagt Macrobius bestimmt: „Aegyptiorum ratio talis est: circulus, per quem Sol discurrit, a Mercurii circulo ut inferior ambitur, illum quoque superior circulus Veneris includit." Es sind alles sich parallel bleibende, einander gegenseitig umfangende Bahnen.

*) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 207.

†) Der bei Vettius Valens und Cedrenus verstümmelte Name des Planeten Mars soll mit Wahrscheinlichkeit dem Namen Her-tosch entsprechen, wie Seb dem Saturn. A. a. O. S. 90 und 93.

‡) Die auffallendsten Unterschiede finden sich, wenn man vergleicht Aristot. Metaph. XII cap. 8 pag. 1073 Bekker mit Pseudo-Aristot. de Mundo cap. 2 pag. 392. In dem letzteren Werke erscheinen schon die Planetennamen Phaethon, Pyrois, Hercules, Stilbon und Juno: was auf die Zeiten des Apulejus und der Antonine hindeutet, wo chaldäische Astrologie bereits über das ganze römische Reich verbreitet war, und Benennungen verschiedener Völker mit einander gemengt waren (vergl. Kosmos Buch II. S. 198 und Anm. Daß die Chaldäer zuerst die Planeten nach ihren babylonischen Göttern genannt haben und daß diese göttlichen Planetennamen so zu den Griechen übergegangen sind, spricht bestimmt aus Diodor von Sicilien. Ideler (Eudoxus S. 48) schreibt dagegen diese Benennungen den Aegyptern zu, und gründet sich auf die alte Existenz einer siebentägigen Planetenwoche am Nil (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 180): eine Hypothese, die Lepsius vollkommen widerlegt hat (Chronol. der Aeg. Th. I. S. 131). Ich will hier aus dem Eratosthenes, aus dem Verfasser der Epinomis (Philippus Opuntius?), aus Geminus, Plinius, Theon dem Smyrnäer, Cleomedes, Achilles Tatius, Julius Firmicus und Simplicius die Synonymie der fünf ältesten Planeten zusammentragen, wie sie uns hauptsächlich durch Vorliebe zu astrologischen Träumereien erhalten worden sind:

Saturn: φαίνων, Nemesis, auch eine Sonne genannt von 5 Autoren (Theon. Smyrn. p. 87 und 165 Martin);
Jupiter: φαέθων, Osiris;
Mars: πυρόεις, Hercules;
Venus: ἑωσφόρος, φωσφόρος, Lucifer; ἕσπερος, Vesper; Juno, Isis;
Merkur: στίλβων, Apollo.

Achilles Tatius (Isag. in Phaen. Arati cap. 17) findet es befremdend, daß „Aegypter wie Griechen den lichtschwächsten der Planeten (wohl nur weil er Heil bringt) den Glänzenden nennen." Nach Diodor bezieht sich der Name darauf, „daß Saturn der die Zukunft am meisten und klarsten verkündigende Planet war." (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 33 und im Journal des Savants 1836 p. 17; vergl. auch Carteron, Analyse de Recherches zodiacales p. 97.) Benennungen, die von einem Volke zum anderen als Aequivalente übergehen, hangen allerdings oft ihrem Ursprunge nach von nicht zu ergründenden Zufälligkeiten ab: doch ist hier wohl zu bemerken, daß sprachlich φαίνειν ein bloßes Scheinen, also ein matteres Leuchten mit continuirlichem, gleichmäßigem Lichte, ausdrückt, während στίλβειν ein unterbrochenes, lebhafter glänzendes, funkelnderes Licht voraussetzt. Die beschreibenden Benennungen: φαίνων für den entfernteren Saturn, στίλβων für den uns näheren Planeten Mercur, scheinen um so passender, als ich schon früher (Kosmos Buch III. S. 421) daran erinnert habe, wie bei Tage im großen Refractor von Fraunhofer Saturn und Jupiter lichtschwach erscheinen in Vergleich mit dem funkelnden Merkur. Es ist daher, wie Prof. Franz bemerkt, eine Folge zunehmenden Glanzes angedeutet von Saturn (φαίνων) bis zu Jupiter, dem leuchtenden Lenker des Lichtwagens (φαέθων), bis zum farbig glühenden Mars (πυρόεις), bis zu der Venus (φωσφόρος) und dem Merkur (στίλβων).

Die mir bekannte indische Benennung des langsam Wandelnden ('sanaistschara) für Saturn hat mich veranlaßt, meinen berühmten Freund Bopp zu befragen, ob überhaupt auch in den indischen Planetennamen, wie bei den Griechen und wahrscheinlich den Chaldäern, zwischen Götternamen und beschreibenden Namen zu unterscheiden sei. Ich theile hier mit, was ich diesem großen Sprachforscher verdanke, lasse aber die Planeten nach ihren wirklichen Abständen von der Sonne wie in der obigen Tabelle (beginnend vom größten Abstande) folgen, nicht wie sie im Amarakoscha (bei Colebrooke p. 17 und 18) gereiht sind. Es giebt nach Sanskrit-Benennung in der That unter 5 Namen 3 beschreibende: Saturn, Mars und Venus.

„Saturn: 'sanaistschara, von 'sanais, langsam, und tschara, gehend; auch 'sauri, eine Benennung des Wischnu (herstammend als Patronymicum von 'sûra, Großvater des Krischna), und 'sani. Der

damals bekannten Planeten, sonderbar genug, wie Stellen aus dem Commentar des Simplicius (p. 122) zum 8ten Aristotelischen Buche de Coelo, aus Hygin, Diodor und Theon dem Smyrnäer beweisen, die Benennung Sonne beigelegt ward; so war es gewiß nur seine Lage und die Länge seines Umlaufes, die ihn zum Herscher der andern Planeten erhob. Die beschreibenden Benennungen, so alt und chaldäisch sie zum Theil auch sein mögen, fanden sich bei griechischen und römischen Schriftstellern, doch erst recht häufig in der Zeit der Cäsaren. Ihre Verbreitung hängt mit dem Einfluß der Astrologie zusammen. Die Planetenzeichen sind, wenn man die Scheibe der Sonne und die Mondsichel auf ägyptischen Monumenten abrechnet, sehr neuen Ursprungs; nach Letronne's Untersuchungen *)

Planetenname 'sani-vâra für dies Saturni ist wurzelhaft verwandt mit dem Adverbium 'sanais, langsam. Die Benennungen der Wochentage nach Planeten scheint aber Amarasinha nicht zu kennen. Sie sind wohl späterer Einführung.

„Jupiter: Vrihaspati: oder nach älterer, vedischer Schreibart, der Lassen folgt, Brihaspati: Herr des Wachsens, eine vedische Gottheit: von vrih (brih), wachsen, und pati, Herr."

„Mars: angaraka (von angara, brennende Kohle); auch lohitânga, der Rothkörper: von lôhita, roth, und anga, Körper."

„Venus: ein männlicher Planet, der 'sukra heißt, d. i. der glänzende. Eine andere Benennung dieses Planeten ist daitya-guru: Lehrer, guru, der Titanen, Daityas."

„Merkur: Budha, nicht zu verwechseln als Planetenname mit dem Religions-Stifter Buddha: auch Rauhinêya, Sohn der Nymphe Rohinî, Gemahlin des Mondes (soma), weshalb der Planet bisweilen saumya heißt, ein Patronymicum vom Sanskritworte Mond. Die sprachliche Wurzel von budha, dem Planetenname, und buddha, dem Heiligen, ist budh, wissen. Daß Wuotan (Wotan, Odin) im Zusammenhang mit Budha stehe, ist mir unwahrscheinlich. Die Vermuthung gründet sich wohl hauptsächlich auf die äußerliche Formähnlichkeit und auf die Uebereinstimmung der Benennung des Wochentages, dies Mercurii, mit dem altsächsischen Wôdanes dag und dem indischen Budha-vâra, d. i. Budha's Tag. Vâra bedeutet ursprünglich Mal, z. B. in bahuvâram, vielmal; später kommt es am Ende eines Compositums in der Bedeutung Tag vor. Den germanischen Wuotan leitet Jacob Grimm (Deutsche Mythologie S. 120) von dem Verbum watan, vuot (unserm waten) ab, welches bedeutet: meare, transmeare, cum impetu ferri, und buchstäblich dem lateinischen vadere entspreche. Wuotan, Odin ist nach Jacob Grimm das allmächtige, alldurchdringende Wesen: qui omnia permeat, wie Lucan vom Jupiter sagt." Vergl. über den indischen Namen des Wochentages, über Budha und Buddha, und die Wochentage überhaupt die Bemerkungen meines Bruders in seiner Schrift: Ueber die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 187–190).

*) Vergl. Letronne sur l'amulette de Jules César et les Signes planétaires in der Revue archéologique Année III. 1846 p. 261. Salmasius sah in dem ältesten Planetenzeichen des Jupiter den Anfangsbuchstaben von Ζεύς, in dem des Mars eine Abkürzung des Beinamens Θοῦρος. Die Sonnenscheibe wurde als Zeichen durch einen schief und triangular ausströmenden Strahlenbündel fast unkenntlich gemacht. Da die Erde, das philolaisch-pythagorische System etwa abgerechnet, nicht den Planeten beigezählt wurde, so hält Letronne das Planetenzeichen der Erde „für später als Copernicus in Gebrauch gekommen." — Die merkwürdige Stelle des Olympiodorus über die Weihung der Metalle an einzelne Planeten ist dem Proclus entlehnt und von Böckh aufgefunden worden (sie steht nach der Baseler Ausgabe p. 14, in der von Schneider p. 30). Vergl. für Olympiodorus: Aristot. Meteor. ed. Ideler T. II. p. 163). Auch das Scholion zum Pindar (Isthm.), in welchem die Metalle mit den Planeten verglichen werden, gehört der neu-platonischen Schule an; Lobeck, Aglaophamus in Orph. T. II. p. 936. Planetenzeichen sind nach derselben Verwandtschaft der Ideen nach und nach Metallzeichen, ja einzeln (wie Mercurius für Quecksilber, argentum vivum und hydrargyrus des Plinius) Metallnamen geworden. In der kostbaren griechischen Manuscriptensammlung der Pariser Bibliothek befinden sich über die kabalistische sogenannte heilige Kunst zwei Handschriften, deren eine (No. 2250), ohne Planetenzeichen, die den Planeten geweihten Metalle aufführt; die andere aber (No. 2329), der Schrift nach aus dem 15ten Jahrhundert, (eine Art chemisches Wörterbuch) Namen der Metalle mit einer geringen Anzahl von Planetenzeichen verbindet (Höfer, Histoire de la Chimie T. I. p. 250). In der Pariser Handschrift No. 2250 wird das Quecksilber dem Merkur, das Silber dem Monde zugeschrieben, wenn umgekehrt in No. 2329 dem Monde das Quecksilber und dem Jupiter das Zinn angehört. Letzteres Metall hat Olympiodorus dem Merkur beigelegt. So schwankend waren die mystischen Beziehungen der Weltkörper zu den Metallkräften.

Es ist hier der Ort, auch der Planetenstunde und der Planetentage in der kleinen siebentägigen Periode (Woche) zu erwähnen, über deren Alter und Verbreitung unter ferne Völker erst in der neuesten Zeit richtigere Ansichten aufgestellt worden sind. Die Aegypter haben ursprünglich, wie Lepsius (Chronologie der Aeg. S. 132) erwiesen und Denkmäler bezeugen, welche bis in die ältesten Zeiten der großen Pyramidenbaue hinaufreichen, keine siebentägige, sondern zehntägige, der Woche ähnliche, kleine Perioden gehabt. Drei solcher Decaden bildeten einen der zwölf Monate des Sonnenjahres. Wenn wir bei Dio Cassius (lib. XXXVII cap. 18) lesen: „daß der Gebrauch die Tage nach den sieben Planeten zu benennen zuerst bei den Aegyptern aufgekommen sei, und sich vor nicht gar langer Zeit von ihnen zu allen übrigen Völkern verbreitet habe, namentlich zu den Römern, bei denen er nun schon ganz einheimisch sei;" so muß man nicht vergessen, daß dieser Schriftsteller in der späten Zeit des Alexander Severus lebte, und es seit dem ersten Einbruche der orientalischen Astrologie unter den Cäsaren und bei dem frühen großen Verkehr so vieler Volksstämme in Alexandrien, die Sitte des Abendlandes wurde, alles alt scheinende ägyptisch zu nennen. Am ursprünglichsten und verbreitetsten ist ohne Zweifel die siebentägige Woche bei den semitischen Völkern gewesen: nicht bloß bei den Hebräern, sondern selbst unter den arabischen Nomaden lange vor Mohammed. Ich habe einem gelehrten Forscher des semitischen Alterthums, dem orientalischen Reisenden, Prof. Tischendorf zu Leipzig, die Fragen vorgelegt: ob in den Schriften des Alten Bundes sich außer dem Sabbath Namen für die einzelnen Wochentage (andere als der 2te und 3te Tag des schebua) finden? ob nicht irgendwo im Neuen Testamente zu einer Zeit, wo fremde Bewohner von Pa-

alchymistischen Handschriften beigefügt, fast nie den ältesten Handschriften griechischer Astronomen: des Ptolemäus, des Theon oder des Cleomedes. Die frühesten Planetenzeichen, von denen einige (Jupiter und Mars), wie Salmasius mit gewohntem Scharfsinn gezeigt, aus Buchstaben entstanden sind, waren sehr von den unsrigen verschieden; die jetzige Form reicht kaum über das 15te Jahrhundert hinaus. Unbezweifelt ist es und durch eine dem Proclus (ad Tim. ed Basil. p. 14) vom Olympiodor entlehnte Stelle, wie auch durch ein spätes Scholion zum Pindar (Isthm. V, 2) erwiesen, daß die symbolisirende Gewohnheit, gewisse Metalle den Planeten zu weihen, schon neu-platonischen alexandrinischen Vorstellungen des 5ten Jahrhunderts zugehört. (Vergl. Olympiod. Comment. in Aristot. Meteorol. cap. 7, 3 in Ideler's Ausgabe der Meteor. T. II. p. 163; auch T. I. p. 199 und 251.)

Wenn sich die Zahl der sichtbaren Planeten nach der frühesten Einschränkung der Benennung auf 5, später mit Hinzufügung der großen Scheiben der Sonne und des Mondes auf 7 belief; so herrschten doch auch schon im Alterthum Vermuthungen, daß außer diesen sichtbaren Planeten noch andere, lichtschwächere, ungesehene, vorhanden wären. Diese Meinung wird von Simplicius als eine aristotelische bezeichnet. „Es sei wahrscheinlich, daß solche dunkle Weltkörper, die sich um das gemeinsame Centrum bewegten, bisweilen Mondfinsternisse so gut als die Erde veranlassen." Artemidorus aus Ephesus, den Strabo oft als Geographen anführt, glaubte an unzählige solcher dunkeln kreisenden Weltkörper. Das alte ideale Wesen, die Gegenerde (ἀντίχθων) der Pythagoreer, gehört aber nicht in den

---

überspringen hat. Nun ist es bei einer periodischen Reihe gleichgültig, ob man eine gewisse Anzahl von Gliedern, oder diese Anzahl um irgend ein Multiplum der Gliederzahl der Periode (hier 7) vermehrt, überspringt. Ein Ueberspringen von 23 (= 3 . 7 + 2) Gliedern in der zweiten Methode, der der Planetenstunden, führt also zu demselben Resultate als die erste Methode der Decane, in welcher nur zwei Glieder übersprungen wurden.

Es ist schon in der letzten Anmerkung auf die merkwürdige Aehnlichkeit zwischen dem vierten Wochentage, dies Mercurii, dem indischen Budha-vâra und dem altsächsischen Wodânes-dag (Jacob Grimm, Deutsche Mythologie 1844 Bd. I. S. 114) hingewiesen worden. Die von William Jones behauptete Identität des Religionsstifters Buddha und des in nordischen Heldensagen wie in der nordischen Culturgeschichte berühmten Geschlechts von Odin oder Wuotan und Wotan wird vielleicht noch mehr an Interesse gewinnen, wenn man sich des Namens Wotan, einer halb mythischen, halb historischen Person, in einem Theil des Neuen Continents erinnert, über die ich viele Notizen in meinem Werke über Monumente und Mythen der Eingebornen von Amerika (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. I. p. 208 und 382–384, T. II. p. 356) zusammengetragen habe. Dieser amerikanische Wotan ist nach den Traditionen der Eingeborenen von Chiapa und Soconusco Enkel des Mannes, welcher bei der großen Ueberschwemmung sich in einem Nachen rettete und das Menschengeschlecht erneuerte; er ließ große Bauwerke aufführen, während welcher (wie bei der mexicanischen Pyramide von Cholula) Sprachenverwirrung, Kampf und Zerstreuung der Volksstämme erfolgten. Sein Name ging auch (wie der Odins-Name im germanischen Norden) in das Calenderwesen der Eingeborenen von Chiapa über. Nach ihm wurde eine der fünftägigen Perioden genannt, deren 4 den Monat der Chiapaneken wie der Azteken bildeten. Während bei den Azteken die Namen und Zeichen der Tage von Thieren und Pflanzen hergenommen waren, bezeichneten die Eingeborenen von Chiapa (eigentlich Teochiapan) die Monatstage durch die Namen von 20 Anführern, welche, aus dem Norden kommend, sie so weit südlich geführt hatten. Die 4 heldenmüthigsten: Wotan oder Wodan, Lambat, Been und Chinax, eröffneten die kleinen Perioden fünftägiger Wochen, wie bei den Azteken die Symbole der vier Elemente. Wotan und die anderen Heerführer waren unstreitig aus dem Stamme der im siebenten Jahrhundert einbrechenden Tolteken. Ixtlilxochitl (sein christlicher Name war Fernando de Alva), der erste Geschichtsschreiber seines (des aztekischen) Volkes, sagt bestimmt in den Handschriften, die er schon im Anfange des 16ten Jahrhunderts anfertigte, daß die Provinz Teochiapan und ganz Guatemala von einer Küste zur anderen von Tolteken bevölkert wurden; ja im Anfang der spanischen Eroberung lebte noch im Dorfe Teopixca eine Familie, welche sich rühmte von Wotan abzustammen. Der Bischof von Chiapa, Francisco Nuñez de la Vega, der in Guatemala einem Provincial-Concilium vorstand, hat in seinem Preambulo de las Constituciones diocesanas viel über die amerikanische Wotans-Sage gesammelt. Ob die Sage von dem ersten scandinavischen Odin (Odinn, Othinus) oder Wuotan, welcher von den Ufern des Don eingewandert sein soll, eine historische Grundlage habe, ist ebenfalls noch sehr unentschieden (Jacob Grimm, Deutsche Mythologie Bd. I. S. 120–150). Die Identität des amerikanischen und scandinavischen Wotan, freilich nicht auf bloße Klangähnlichkeit gegründet, ist noch eben so zweifelhaft als die Identität von Wuotan (Odinn) und Buddha oder die der Namen des indischen Religionsstifters und des Planeten Budha.

Die Existenz einer siebentägigen peruanischen Woche, welche so oft als eine semitische Aehnlichkeit der Zeiteintheilung in beiden Continenten angeführt wird, beruht, wie schon der Pater Acosta (Hist. natural y moral de las Indias 1591 lib. VI cap. 3), der bald nach der spanischen Eroberung Peru besuchte, bewiesen hat, auf einem bloßen Irrthum; und der Inca Garcilaso de la Vega berichtigt selbst seine frühere Angabe (Parte I. lib. II cap. 35), indem er deutlich sagt: daß in jedem der Monate, die nach dem Monde gerechnet wurden, 3 Festtage waren, und daß das Volk 8 Tage arbeiten solle, um am 9ten auszuruhen (P. I. lib. VI. cap. 23). Die sogenannten peruanischen Wochen waren also von neun Tagen. S. meine Vues des Cordillères T. I. p. 341–343.)

Kreis dieser Ahndungen. Erde und Gegenerde haben eine parallele, concentrische Bewegung; und die Gegenerde, ersonnen, um der sich planetarisch in 24 Stunden um das Centralfeuer bewegenden Erde die Rotations-Bewegung zu ersparen, ist wohl nur die entgegengesetzte Halbkugel, die Antipoden-Hälfte unseres Planeten*).

Wenn man von den jetzt bekannten 43 Haupt- und Nebenplaneten, dem Sechsfachen von den dem Alterthum bekannten planetarischen Weltkörpern, chronologisch, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, die 36 Gegenstände absondert, welche seit der Erfindung der Fernröhre erkannt worden sind; so erhält man für das 17te Jahrhundert neun, für das 18te Jahrhundert wieder neun, für das halbe 19te Jahrhundert achtzehn neu entdeckte.

Zeitfolge der planetarischen Entdeckungen (Haupt- und Nebenplaneten) seit der Erfindung des Fernrohrs im Jahr 1608.

A. Das siebzehnte Jahrhundert.

Vier Jupiterstrabanten: Simon Marius zu Anspach 29. Dec. 1609, Galilei 7. Jan. 1610 zu Padua.
Dreigestaltung des Saturn: Galilei Nov. 1610; Hevelius, Ansicht von 2 Seitenstäben 1656; Huygens, endliche Erkenntniß der wahren Gestalt des Ringes 17. Dec. 1657.
Der 6te Saturnstrabant (Titan): Huygens 25. März 1655.
Der 8te Saturnstrabant (der äußerste, Japetus): Domin. Cassini Oct. 1671.
Der 5te Saturnstrabant (Rhea): Cassini 23. Dec. 1672.
Der 3te und 4te Saturnstrabant (Tethys und Dione): Cassini Ende März 1684.

B. Das achtzehnte Jahrhundert.

Uranus: William Herschel 13. März 1781 zu Bath.
Der 2te und 4te Uranustrabant: Will. Herschel 11. Jan. 1787.
Der 1ste Saturnstrabant (Mimas): Will. Herschel 28. Aug. 1789.
Der 2te Saturnstrabant (Enceladus): Will. Herschel 17. Sept. 1789.
Der 1ste Uranustrabant: Will. Herschel 18. Jan. 1790.
Der 5te Uranustrabant: Will. Herschel 9. Febr. 1790.
Der 6te Uranustrabant: Will. Herschel 28. Febr. 1794.
Der 3te Uranustrabant: Will. Herschel 26. März 1794.

C. Das neunzehnte Jahrhunder.

Ceres*: Piazzi zu Palermo 1. Januar 1801.
Pallas*: Olbers zu Bremen 28. März 1802.
Juno*: Harding zu Lilienthal 1. Sept. 1804.
Vesta*: Olbers zu Bremen 29. März 1807.
(38 Jahre lang keine planetarische Entdeckung.)
Asträa*: Hencke zu Driesen 8. Dec. 1845.
Neptun*: Galle zu Berlin 23. Sept. 1846.
Der 1ste Neptunstrabant: W. Lassell zu Starfield bei Liverpool, Nov. 1846; Bond zu Cambridge (V. St.).
Hebe*: Hencke zu Driesen 1. Juli 1847.
Iris*: Hind zu London 13. Aug. 1847.
Flora*: Hind zu London 18. Oct. 1847.
Metis*: Graham zu Markree-Castle 25. April 1848.
Der 7te Saturnstrabant (Hyperion): Bond in Cambridge (V. St.) 16—19 Sept. 1848, Lassell zu Liverpool 19—20 Sept. 1848.
Hygica*: De Gasparis zu Neapel 12. April 1849.
Parthenope*: De Gasparis zu Neapel 11. Mai 1850.
Der 2te Neptunstrabant: Lassell zu Liverpool 14. Aug. 1850.
Victoria*: Hind zu London 13. Sept. 1850.
Egeria*: De Gasparis zu Neapel 2. Nov. 1850.
Irene*: Hind zu London 19. Mai 1851 und De Gasparis zu Neapel 23. Mai 1851.

---

*) Böck über Philolaus S. 102 und 117.

Es sind in dieser chronologischen Uebersicht*) die Hauptplaneten von den Nebenplaneten oder Trabanten (Satelliten) durch gesperrte Lettern unterschieden. Ein Sternchen ist der Classe von Hauptplaneten beigefügt, welche eine eigene und sehr ausgedehnte Gruppe, gleichsam einen Ring von 33 Millionen geographischer Meilen Breite, zwischen Mars und Jupiter bilden, und gewöhnlich Kleine Planeten, auch wohl: telescopische, Coplaneten, Asteroiden oder Planetoiden, genannt werden. Von diesen sind 4 in den ersten sieben Jahren dieses Jahrhunderts und 10 in den letztverflossenen sechs Jahren aufgefunden worden: was minder der Vorzüglichkeit der Fernröhre als dem Fleiß und Geschick der Suchenden, wie besonders den verbesserten und mit Fixsternen 9ter und 10ter Größe bereicherten Sternkarten zuzuschreiben ist. Man erkennt jetzt leichter das Bewegte zwischen dem Unbewegten (s. oben S. 444). Die Zahl der Hauptplaneten ist genau verdoppelt, seitdem das erste Buch des Kosmos erschienen †) ist. So überschnell ist die Folge der Entdeckungen gewesen, die Erweiterung und Vervollkommnung der Topographie des Planetensystems.

2. Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen. — Wenn man in dem Sonnengebiete die Region der Kleinen Planeten zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiter, doch der ersteren im ganzen mehr genähert, als eine scheidende Zone räumlicher Abtheilung betrachtet, gleichsam als eine mittlere Gruppe; so bieten, wie schon früher bemerkt worden ist, die der Sonne näheren, inneren Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) manche Aehnlichkeiten unter sich und Contraste mit den äußeren, der Sonne ferneren, jenseits der scheidenden Zone gelegenen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) dar. Die mittlere dieser drei Gruppen füllt kaum die Hälfte des Abstandes der Marsbahn von der Jupitersbahn aus. In dem Raume zwischen den zwei großen Hauptplaneten Mars und Jupiter ist der dem Mars nähere Theil bisher am reichsten gefüllt; denn wenn man in der Zone, welche die Asteroiden einnehmen, die äußersten, Flora und Hygiea, in Betrachtung zieht, so findet man, daß Jupiter mehr denn dreimal weiter von Hygiea absteht als Flora von Mars. Diese mittlere Planetengruppe hat den abweichendsten Charakter: durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und excentrischen Bahnen; durch die beträchtliche Kleinheit ihrer Planeten. Die Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik steigt bei Juno auf 13° 3′, bei Hebe auf 14° 47′, bei Egeria auf 16° 33′, bei Pallas gar auf 34° 37′: während sie in derselben mittleren Gruppe bei Asträa bis 5° 19′, bei Parthenope bis 4° 37,′ bei Hygiea bis 3° 47′ herabsinkt. Die sämmtlichen Bahnen der Kleinen Planeten mit Neigungen geringer als 7° sind, vom Großen zum Kleinen übergehend, die von Flora, Metis, Iris, Asträa, Parthenope und Hygiea. Keine dieser Bahn-Neigungen erreicht indeß an Kleinheit die von Venus, Saturn, Mars, Neptun, Jupiter und Uranus. Die Excentricitäten übertreffen theilweise noch die des Merkur (0,206); denn Juno, Pallas, Iris und Victoria haben 0,255; 0,239; 0,232 und 0,218: während Ceres (0,076), Egeria (0,086) und Vesta (0,089) weniger excentrische Bahnen haben als Mars (0,093), ohne jedoch die übrigen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus) in der angenäberteren Kreisförmigkeit zu erreichen. Der Durchmesser der telescopischen Planeten ist fast unmeßbar klein; und nach Beobachtungen von Lamont in München und Mädler im Dorpater Refractor ist es wahrscheinlich, daß der größte der

---

*) In der Geschichte der Entdeckungen muß man die Epoche, in der eine Entdeckung gemacht wurde, von der ersten Veröffentlichung derselben unterscheiden. Durch Nichtachtung dieses Unterschiedes sind verschiedene und irrige Zahlen in astronomische Handbücher übergegangen. So z. B. hat Huygens den 6ten Saturnstrabanten, Titan, am 25. März 1655 entdeckt (Hnygenii Opera varia 1724 p. 523) und die Entdeckung erst am 5. März 1656 (Systema Saturnium 1659 p. 2) veröffentlicht. Huygens, welcher seit dem Monat März 1655 sich ununterbrochen mit dem Saturn beschäftigte, genoß schon der vollen unzweifelhaften Ansicht des offenen Ringes am 17. December 1657 (Syst. Sat. p. 21), publicirte aber seine wissenschaftliche Erklärung aller Erscheinungen (Galilei hatte an jeder Seite des Planeten nur zwei abstebende, kreisrunde Scheiben zu sehen geglaubt) erst im Jahr 1659.

†) Kosmos Buch I. S. 43. Vergl. auch Encke in Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XXVI. 1848 No. 622 S. 347.

Kleinen Planeten auf's höchste 145 geogr. Meilen im Durchmesser hat; das ist 1/5 des Merkur und 1/12 der Erde.

Nennen wir die 4 der Sonne näheren Planeten, zwischen dem Ringe der Asteroiden (der Kleinen Planeten) und dem Centralkörper gelegen, *innere Planeten*; so zeigen sie sich alle von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und dabei langsam um ihre Achsen rotirend (in fast 24stündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet und bis auf einen (die Erde) gänzlich mondlos. Dagegen sind die 4 *äußeren*, sonnenferneren Planeten, zwischen dem Ringe der Asteroiden und den uns unbekannten Extremen des Sonnengebiets gelegenen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, mächtig größer, 5mal undichter, mehr als 2mal schneller in der Rotation um die Achse, stärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 20 zu 1. Die *inneren Planeten* sind alle kleiner als die Erde (Merkur und Mars 2/5- und 1/2mal kleiner im Durchmesser); die äußeren Planeten sind dagegen 4,2- bis 11,2mal größer als die Erde. Die Dichtigkeit der Erde = 1 gesetzt, sind die Dichtigkeit der Venus und des Mars bis auf weniger als 1/10 damit übereinstimmend; auch die Dichtigkeit des Merkur (nach Encke's aufgefundener Merkurs-Masse) ist nur wenig größer. Dagegen übersteigt keiner der *äußeren* Planeten die Dichtigkeit 1/4; Saturn ist sogar nur 1/7, fast nur halb so undicht als die übrigen äußeren Planeten und als die Sonne. Die *äußeren* Planeten bieten dazu das *einzige* Phänomen des ganzen Sonnensystems, das Wunder eines, seinen Hauptplaneten frei umschwebenden festen Ringes, dar; auch Atmosphären, welche durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verdickungen sich unserem Auge als veränderliche, ja im Saturn bisweilen als unterbrochene *Streifen* darstellen.

Obgleich bei der wichtigen Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen von *inneren* und *äußeren* Planeten *generelle* Eigenschaften der absoluten Größe, der Dichtigkeit, der Abplattung, der Geschwindigkeit in der Rotation, der Mondlosigkeit sich als abhängig von den Abständen, d. i. von ihren halben großen Bahn-Axen, zeigen; so ist diese Abhängigkeit in *jeder einzelnen dieser Gruppen* keinesweges zu behaupten. Wir kennen bisher, wie ich schon früher bemerkt, keine innere Nothwendigkeit, kein mechanisches Naturgesetz, das (wie das schöne Gesetz, welches die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten Elemente für die Reihenfolge der *einzelnen* planetarischen Weltkörper jeder Gruppe in ihrer Abhängigkeit von den Abständen darstellte. Wenn auch der der Sonne nächste Planet, Merkur, der *dichteste*, ja 6- oder 8mal dichter als einzelne der äußeren Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, ist; so zeigt sich doch die Reihenfolge bei Venus, Erde und Mars, oder bei Jupiter, Saturn und Uranus als sehr unregelmäßig. Die *absoluten Größen* sehen wir, wohl im allgemeinen, wie schon Kepler bemerkt (Harmonice Mundi V., 4 p. 194; *Kosmos* Buch I. S. 43), aber nicht *einzeln* betrachtet, mit den Abständen wachsen. Mars ist kleiner als die Erde, Uranus kleiner als Saturn, Saturn kleiner als Jupiter; und dieser folgt unmittelbar auf eine Schaar von Planeten, welche wegen ihrer Kleinheit fast unmeßbar sind. Die *Rotationszeit* nimmt im allgemeinen freilich mit der Sonnenferne zu; aber sie ist bei Mars wieder langsamer als bei der Erde, bei Saturn langsamer als bei Jupiter.

Die Welt der Gestaltungen, ich wiederhole es, kann in der Aufzählung räumlicher Verhältnisse nur geschildert werden als etwas Thatsächliches, als etwas Daseiendes (Wirkliches) in der Natur; nicht als Gegenstand intellectueller Schlußfolge, schon erkannter ursachlicher Verkettung. Kein allgemeines Gesetz ist hier für die Himmelsräume aufgefunden, so wenig als für die Erdräume in der Lage der Culminationspunkte der Bergketten oder in der Gestaltung der einzelnen Umrisse der Continente. Es sind *Thatsachen* der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebenen Bedingungen wirkender Wurf- und Anziehungskräfte. Wir treten hier mit gespannter und unbefriedigter Neugier in das dunkle Gebiet des *Werdens*. Es handelt sich hier, im

eigentlichsten Sinne des so oft gemißbrauchten Wortes, um Weltbegebenheiten, um kosmische Vorgänge in für uns unermeßbaren Zeiträumen. Haben sich die Planeten aus kreisenden Ringen dunstförmiger Stoffe gebildet: so muß die Materie, als sie sich nach dem Vorherrschen einzelner Attractionspunkte zu ballen begann, eine unabsehbare Reihe von Zuständen durchlaufen sein, um bald einfache, bald verschlungene Bahnen; Planeten von so verschiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondlose und mondreiche, ja in einen festen Ring verschmolzene Satelliten zu bilden. Die gegenwärtige Form der Dinge und die genaue numerische Bestimmung ihrer Verhältnisse hat uns bisher nicht zur Kenntniß der durchlaufenen Zustände führen können, nicht zu klarer Einsicht in die Bedingungen, unter denen sie entstanden sind. Diese Bedingungen dürfen aber darum nicht zufällig heißen: wie dem Menschen alles heißt, was er noch nicht genetisch zu erklären vermag.

3. Absolute und scheinbare Größe; Gestaltung. — Der Durchmesser des größten aller Planeten, Jupiters, ist 30mal so groß als der Durchmesser des kleinsten der sicher bestimmten Planeten, Merkurs; fast 11mal so groß als der Durchmesser der Erde. Beinahe in demselben Verhältniß steht Jupiter zur Sonne. Die Durchmesser beider sind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, der Größen-Abstand der Meteorsteine, die man geneigt ist für kleine planetarische Körper zu halten, zur Vesta, welche nach einer Messung von Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmesser, also 80 Meilen weniger hat wie Pallas nach Lamont, sei nicht bedeutender, als der Größen-Abstand der Vesta zur Sonne. Nach diesem Verhältnisse müßte es Meteorsteine von 517 Fußen im Durchmesser geben. Feuerkugeln haben, so lange sie scheibenartig erscheinen, allerdings bis 2600 Fuß Durchmesser.

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geschwindigkeit zeigt sich am auffallendsten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der inneren Gruppe (Rot. 23^h 56′, Abpl. $^1/_{290}$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9^h 55,′ Abpl. nach Arago $^1/_{17}$, nach John Herschel $^1/_{15}$) und Saturn (Rot. 10^h 29′, Abpl. $^1/_{10}$). Aber Mars, dessen Rotation sogar noch 41 Minuten langsamer ist als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel schwächeres Resultat als das von William Herschel annimmt, doch immer sehr wahrscheinlich eine viel größere Abplattung. Liegt der Grund dieser Anomalie, in so fern die Oberflächen-Gestalt des elliptischen Sphäroids der Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechen soll, in der Verschiedenheit des Gesetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umstand, daß die flüssige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet ist, als sie die ihrer Rotations-Geschwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Gestaltung der Abplattung unseres Planeten hangen, wie die theoretische Astronomie beweist, die wichtigen Erscheinungen des Zurückweichens der Äquinoctial-Punkte oder des scheinbaren Vorrückens der Gestirne (Präcession), die der Nutation (Schwankung der Erdachse) und der Veränderung der Schiefe der Ekliptik ab.

Die absolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde bestimmen ihren scheinbaren Durchmesser. Der absoluten (wahren) Größe nach haben wir die Planeten, von den kleineren zu den größeren übergehend, also zu reihen:

die in ihren Bahnen verschlungenen, Kleinen Planeten, deren größte Pallas und Vesta zu sein scheinen;

Merkur,	Erde,	Uranus,
Mars,	*	Saturn,
Venus,	Neptun.	Jupiter.

In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen scheinbaren Aequatorial-Durchmesser von 38″,4, wenn derselbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″,9; bei Mars 5″,8 ist. In der unteren Conjunction wächst aber der scheinbare Durchmesser der Scheibe der Venus bis 62″, wenn

der des Jupiter in der Opposition nur eine Vergrößerung bis 46″ erreicht. Es ist hier nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem sie uns im hellsten Lichte erscheint, zwischen ihre untere Conjunction und ihre größte Digression von der Sonne fällt, weil da die schmale Lichtsichel wegen der größten Nähe zu der Erde das intensivste Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40″ und die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10″.

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

Merkur in mittlerer Entfernung	6″,7	(oscillirt von 4″,4 bis 12″)
Venus „ „ „	16″,9	(oscillirt von 9″,5 bis 62″)
Mars „ „ „	5″,8	(oscillirt von 3″,3 bis 23″)
Jupiter „ „ „	38″,4	(oscillirt von 30″ bis 46″)
Saturn „ „ „	17″,1	(oscillirt von 15″ bis 20″)
Uranus „ „ „	3″,9	
Neptun „ „ „	2″,7	

Das Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur wie 1 : 16,7		Jupiter wie 1414 : 1
Venus „ 1 : 1,05		Saturn „ 735 : 1
Erde „ 1 : 1		Uranus „ 82 : 1
Mars „ 1 : 7,14		Neptun „ 108 : 1

während das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist. Kleine Aenderungen der Messungen des Durchmessers vergrößern die Angaben der Volumina im Verhältniß des Cubus.

Die ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels anmuthig belebenden Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die Größe ihrer Scheiben und ihre Nähe; durch Farbe des Lichts; durch Scintillation, die einigen Planeten in gewissen Lagen nicht ganz fremd ist; durch die Eigenthümlichkeit, mit der ihre verschiedenartigen Oberflächen das Sonnenlicht reflectiren. Ob eine schwache Lichtentwickelung in den Planeten selbst die Intensität und Beschaffenheit ihres Lichtes modificire, ist ein noch zu lösendes Problem.

Reihung der Planeten und ihre Abstände von der Sonne. — Um das bisher entdeckte Planetensystem als ein Ganzes zu umfassen und in seinen mittleren Abständen von dem Centralkörper, der Sonne, darzustellen, liefern wir die nachfolgende Tabelle, in welcher, wie es immer in der Astronomie gebräuchlich gewesen, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne (20682000 geogr. Meilen) zur Einheit angenommen ist. Wir fügen später bei den einzelnen Planeten die größten und kleinsten Entfernungen von der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem der Planet in der Ellipse, deren Brennpunkt die Sonne einnimmt, sich in demjenigen Endpunkte der großen Axe (Absidenlinie) befindet, welcher dem Brennpunkte am fernsten oder am nächsten ist. Unter der mittleren Entfernung von der Sonne, von welcher hier allein die Rede ist, wird das Mittel aus der größten und kleinsten Entfernung, oder die halbe große Axe der Planetenbahn, verstanden. Auch ist zu bemerken, daß die numerischen Data hier wie bisher, und so auch im Folgenden, größtentheils aus Hansen's sorgfältiger Zusammenstellung der Planeten-Elemente in Schumacher's Jahrbuch für 1837 entnommen sind. Wo die Data sich auf Zeit beziehen, gelten sie bei den älteren und größeren Planeten für das Jahr 1800; bei Neptun aber für 1851, mit Benutzung des Berliner astronomischen Jahrbuchs von 1853. Die weiter unten folgende Zusammenstellung der Kleinen Planeten, deren Mittheilung ich der Freundschaft des Dr. Galle verdanke, bezieht sich durchgängig auf neuere Epochen.

Abstände der Planeten von der Sonne

Merkur	0,38709	Erde	1,00000
Venus	0,72333	Mars	1,52369

Kleine Planeten:

Flora	2,202	Hebe	2,425	Juno	2,669
Victoria	2,335	Parthenope	2,448	Ceres	2,768
Vesta	2,362	Irene	2,553	Pallas	2,773
Iris	2,385	Asträa	2,577	Hygiea	3,151
Metis	2,386	Egeria	2,579		

Jupiter	5,20277	Uranus	19,18239
Saturn	9,53885	Neptun	30,03628

Die einfache Beobachtung der sich von Saturn und Jupiter bis Mars und Venus schnell vermindernden Umlaufszeiten hatte, bei der Annahme, daß die Planeten an bewegliche Sphären geheftet seien, sehr früh auf Ahndungen über die Abstände dieser Sphären von einander geführt. Da unter den Griechen von Aristarch von Samos und der Errichtung des alexandrinischen Museums von methodisch angestellten Beobachtungen und Messungen keine Spur zu finden ist; so entstand eine große Verschiedenheit in den Hypothesen über die Reihung der Planeten und ihre relativen Abstände: sei es, wie nach dem am meisten herrschenden Systeme, über die Abstände von der im Centrum ruhenden Erde; oder, wie bei den Pythagoreern, über die Abstände von dem Heerd des Weltalls, der Hestia. Man schwankte besonders in der Stellung der Sonne, d. h. in ihrer relativen Lage gegen die unteren Planeten und den Mond*). Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntniß, die Wesenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die alles verschmelzende Lehre der Zahlenverhältnisse auf die geometrische Betrachtung der früh erkannten 5 regelmäßigen Körper, auf die musikalischen Intervalle der Töne, welche die Accorde bestimmen und verschiedene Klanggeschlechter bilden, ja auf den Weltenbau selbst an: ahndend, daß die bewegten, gleichsam schwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmonischen Verhältnissen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmusik hervorrufen müßten. „Diese Musik," setzen sie hinzu, „würde dem menschlichen Ohre vernehmbar sein, wenn sie nicht, eben darum weil sie perpetuirlich ist und weil der Mensch von Kindheit auf daran gewöhnt ist, überhört würde†)." Der harmonische Theil der pythagorischen Zahlenlehre schloß sich so der figürlichen Darstellung des Kosmos an, ganz im Sinne des Platonischen Timäus; denn die Kosmogonie ist dem Plato das Werk der von der Harmonie zu Stande gebrachten Vereinigung entgegengesetzter Urgründe‡)." Er versucht sogar in einem anmuthigen Bilde die Welttöne zu versinnlichen, indem er auf jede der Planetensphären eine Sirene setzt, die, von den ernsten Töchtern der Nothwendigkeit, den drei Mören, unterstützt, die ewige Umkreisung der Weltspindel fördern ||). Eine solche Darstellung der Sirenen, an deren Stelle bisweilen als Himmelssängerinnen die Musen treten, ist uns in antiken Kunstdenkmälern, besonders in geschnittenen Steinen, mehrfach erhalten. Im christlichen Alterthume, wie im ganzen Mittelalter,

*) Böckh de Platonico syst. p. XXIV und im Philolaos S. 100. Die Planetenfolge, welche, wie wir eben gesehen (Anm. *) S. 545), zu der Benennung der Wochentage nach Planetengöttern Anlaß gegeben hat, die des Geminus, wird bestimmt von Ptolemäus (Almag. XI cap. 1) die älteste genannt. Er tadelt die Motive, nach denen „die Neueren Venus und Merkur jenseit der Sonne gesetzt haben."

†) Die Pythagoreer behaupteten, um die Wirklichkeit der durch den Sphären-Umschwung hervorgebrachten Töne zu rechtfertigen: man höre nur da, wo sich Abwechselung von Laut und Schweigen finde. Aristot. de Coelo II, 9 pag. 290 no. 24–30 Bekker. Auch durch Betäubung wurde das Nicht-Hören der Sphärenmusik entschuldigt; Cicero de rep. VI, 18). Aristoteles selbst nennt die pythagorische Tonmythe artig und geistreich (κομψῶς καὶ περιττῶς), aber unwahr (l. c. no. 12–15).

‡) Böckh im Philolaos S. 90.

||) Plato de republica X p. 617. Er schätzt die Planeten-Abstände nach zwei ganz verschiedenen Progressionen: einer durch Verdoppelung, der anderen durch Verdreifachung, woraus die Reihe 1 . 2 . 3 . 4 . 9 . 8 . 27 entsteht. Es ist dieselbe Reihe, welche man im Timäus findet da, wo von der arithmetischen Theilung der Weltseele (p. 35 Steph.), welche der Demiurgus vornimmt,

von Basilius dem Großen an bis Thomas von Aquino und Petrus Alliacus, wird der Harmonie der Sphären noch immer, doch meist tadelnd, gedacht*).

Am Ende des sechzehnten Jahrhunderts erwachten in dem phantasiereichen Kepler wieder alle pythagorischen und platonischen Weltansichten, gleichzeitig die geometrischen wie die musikalischen. Kepler baute, nach seinen naturphilosophischen Phantasien, das Planetensystem erst in dem Mysterium cosmographicum nach der Norm der 5 regulären Körper, welche zwischen die Planetensphären gelegt werden können, dann in der Harmonice Mundi nach den Intervallen der Töne auf†). Von der Gesetzlichkeit in den relativen Abständen der Planeten überzeugt, glaubte er das Problem durch eine glückliche Combination seiner früheren und späteren Ansichten gelöst zu haben. Auffallend genug ist es, daß Tycho de Brahe, den wir sonst immer so streng an die wirkliche Beobachtung gefesselt finden, schon vor Kepler die von Rothmann bestrittene Meinung geäußert hätte, daß die kreisenden Weltkörper die Himmelsluft (was wir jetzt das widerstehende Mittel nennen) zu erschüttern vermöchten, um Töne zu erzeugen‡). Die Analogien der Tonverhältnisse mit den Abständen der Planeten, denen Kepler so lange und so mühsam nachspürte, blieben aber, wie mir scheint, bei dem geistreichen Forscher ganz in dem Bereich der Abstractionen. Er freut sich, zu größerer Verherrlichung des Schöpfers, in den räumlichen Verhältnissen des Kosmos musikalische Zahlenverhältnisse entdeckt zu haben; er läßt, wie in dichterischer Begeisterung, „Venus zusammen mit der Erde in der Sonnenferne Dur, in der Sonnennähe Moll spielen: ja der höchste Ton des Jupiter und der der Venus müssen im Moll-Accord zusammentreffen." Trotz aller dieser so häufig gebrauchten, und doch nur symbolisirenden, Ausdrücke sagt Kepler bestimmt: jam soni in coelo nulli existunt, nec tam turbulentus est motus, ut ex attritu *aurae coelestis* eliciatur stridor. (Harmonice Mundi lib. V. cap. 4.) Der dünnen und heiteren Weltluft (aura coelestis) wird hier also wieder gedacht.

Die vergleichende Betrachtung der Planeten-Intervalle mit den regelmäßigen Körpern, welche diese Intervalle ausfüllen müssen, hatte Kepler ermuthigt seine Hypothesen selbst bis auf die Fixsternwelt auszudehnen||). Was bei der Auffindung der Ceres und der anderen sogenannten Kleinen Planeten an die pythagorischen Combinationen Kepler's zuerst wieder lebhaft erinnert hat, ist dessen, fast vergessene Aeußerung gewesen über die wahrscheinliche Existenz eines noch ungesehenen Planeten in der großen planetenlosen Kluft zwischen Mars und Jupiter. (Motus semper distantiam pone sequi videtur; atque ubi magnus hiatus erat inter orbes, erat et inter motus.)

---

gehandelt wird. Plato hat nämlich die beiden geometrischen Progressionen 1 . 2 . 4 . 8 und 1 . 3 . 9 . 27 zusammen betrachtet, und so abwechselnd jede nächstfolgende Zahl aus einer der zwei Reihen genommen, woraus die oben angeführte Folge 1 . 2 . 3 . 4 . 9 ..... entsteht. Vergl. Böckh in den Studien von Daub und Creuzer Bd. III. S. 34–43; Martin, Etudes sur le Timée T. I. p. 384 und T. II. p. 64. (Vergl. auch Prevost sur l'âme d'après Platon in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 90 und 97; denselben in der Bibliothèque britannique, Sciences et arts T. XXXVII. 1808 p. 153.)

*) S. die scharfsinnige Schrift des Prof. Ferdinand Piper: Von der Harmonie der Sphären 1850 S. 12–18. Das vermeintliche Verhältniß von 7 Vocalen der alt-ägyptischen Sprache zu den 7 Planeten, und Gustav Seyffarth's, schon durch Zoega's und Tölken's Untersuchungen widerlegte Auffassung von astrologischen vocalreichen Hymnen ägyptischer Priester, nach Stellen des Pseudo-Demetrius Phalereus (vielleicht Demetrius aus Alexandrien), einem Epigramme des Eusebius und einem gnostischen Manuscripte in Leiden, ist von Ideler dem Sohne (Hermapion 1841 Pars I. p. 196–214) umständlich und mit kritischer Gelehrsamkeit behandelt worden. (Vergl. auch Lobeck, Aglaoph. T. II. p. 932.)

†) Ueber die allmälige Entwickelung der musikalischen Ideen von Kepler s. Apelt's Commentar der Harmonice Mundi in seiner Schrift: Johann Keppler's Weltansicht 1849 S. 76–116. (Vergl. auch Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 352–360.)

‡) Kosmos Bd. II. S. 360.

||) Tycho hatte die krystallenen Sphären, in welche die Planeten eingeheftet sind, vernichtet. Kepler lobt das Unternehmen; aber er beharrt doch bei der Vorstellung, daß die Fixstern-Sphäre eine feste Kugelschale von 2 deutschen Meilen Dicke sei, an der 12 Fixsterne erster Größe glänzen, die alle in gleicher Weite von uns stehen und eine eigene Beziehung zu den Ecken eines Icosaëders haben. Die Fixsterne lumina sua ab *intus* emittunt; auch die Planeten hielt er lange für selbstleuchtend, bis ihn Galilei eines Besseren belehrte! Wenn er auch, wie mehrere unter den Alten und Giordano Bruno, alle Fixsterne für Sonnen wie die unsrige hielt; so war er doch der Meinung, die er erwogen, daß alle Fixsterne von Planeten umgeben seien, nicht so zugethan, als ich früher (Kosmos Buch II. S. 367) behauptet habe. Vergl. Apelt a. a. O. S. 21–24.

„Ich bin kühner geworden," sagt er in der Einleitung zum Mysterium cosmographicum, „und setze zwischen Jupiter und Mars einen neuen Planeten, wie auch (eine Behauptung, die weniger glücklich war und lange unbeachtet*) blieb) einen anderen Planeten zwischen Venus und Merkur; man hat wahrscheinlich beide ihrer außerordentlichen Kleinheit wegen nicht gesehen†)." Später fand Kepler, daß er dieser neuen Planeten für sein Sonnensystem nach den Eigenschaften der regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komme nur darauf an, den Abständen der alten Planeten eine kleine Gewalt anzuthun. („Non reperies novos et incognitos Planetas, ut paulo antea, interpositos, non ea mihi probatur audacia; sed illos veteres *parum admodum luxatos.*" Myst. cosmogr. p. 10.) Die geistigen Richtungen Kepler's waren den Pythagorischen und noch mehr den in Timäus ausgesprochenen Platonischen so analog, daß, so wie Plato (Gratyl. p. 409) in den sieben Planetensphären neben der Verschiedenheit der Töne auch die der Farben fand, Kepler ebenfalls (Astron. opt. cap. 6 pag. 261) eigene Versuche anstellte, um an einer verschieden erleuchteten Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War doch der große, in seinen Vernunftschlüssen immer so strenge Newton ebenfalls noch geneigt, wie schon Prevost (Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93) bemerkt, die Dimension der 7 Farben des Spectrums auf die diatonische Scale zu reduciren‡).

Die Hypothese von noch unbekannten Gliedern der Planetenreihe des Sonnensystems erinnert an die Meinung des hellenischen Alterthums: daß es weit mehr als 5 Planeten gebe; dies sei ja nur die Zahl der beobachteten, viele andere aber blieben ungesehen wegen der Schwäche ihres Lichtes und ihrer Stellung. Ein solcher Ausspruch ward besonders dem Artemidor aus Ephesus zugeschrieben||). Ein anderer althellenischer, vielleicht selbst ägyptischer Glaube scheint der gewesen zu sein: „daß die Himmelskörper, welche wir jetzt sehen, nicht alle von je her zugleich sichtbar waren." Mit einem solchen physischen oder vielmehr historischen Mythus hängt die sonderbare Form des Lobes eines hohen Alters zusammen, das einige Volksstämme sich selbst beilegten. So nannten sich Proselenen die vorhellenischen pelasgischen Bewohner Arkadiens: weil sie sich rühmten früher in ihr Land gekommen zu sein, als der Mond die Erde begleitete. Vorhellenisch und vormondlich waren synonym. Das Erscheinen eines Gestirns wurde als eine Himmelsbegebenheit ge-

*) Erst im Jahr 1821 hat Delambre in der Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 314, in seinen astronomisch, aber nicht astrologisch vollständigen Auszügen aus Kepler's sämmtlichen Werken p. 314–615, auf den Planeten aufmerksam gemacht, den Kepler zwischen Merkur und Venus vermuthete. „On n'a fait aucune attention à cette supposition de Kepler, quand on a formé des projets de découvrir la planète qui (selon une autre de ses prédictions) devait circuler entre Mars et Jupiter."

†) Die merkwürdige Stelle über eine auszufüllende Kluft (hiatus) zwischen Mars und Jupiter findet sich in Kepler's Prodromus Dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium, 1596 p. 8: cum igitur hac non succederet, alia via, mirum quam audaci, tentavi aditum. Inter Jovem et Martem interposui novum Planetam, itemque alium inter Venerem et Mercurium, quos duos forte ob exilitatem non videamus, iisque sua tempora periodica ascripsi. Sic enim existimabam me aliquam aequalitatem proportionum effecturum, quae proportiones inter binos versus Solem ordine minuerentur, versus fixas augescerent: ut propior est Terra Veneri quantitate orbis terrestris, quam Mars Terrae, in quantitate orbis Martis. Verum hoc pacto neque unius planetae interpositio sufficiebat ingenti hiatu, Jovem inter et Martem: manebat enim major Jovis ad illum novum proportio, quam est Saturni ad Jovem. Rursus alio modo exploravi . . . Kepler war 25 Jahr alt, da er dies schrieb. Man sieht, wie sein beweglicher Geist Hypothesen aufstellte, und schnell wieder verließ, um sie mit anderen zu vertauschen. Immer blieb ihm ein hoffnungsvolles Vertrauen, selbst da Zahlengesetze zu entdecken, wo unter den mannigfaltigsten Störungen der Attractionskräfte (Störungen, deren Combination, wie so viel in der Natur Geschehenes und Gestaltetes, wegen Unbekanntschaft mit den begleitenden Bedingungen incalculabel ist) die Materie sich in Planetenkugeln geballt hat, kreisend: bald einzeln, in einfachen, unter einander fast parallelen; bald gruppenweise, in wunderbar verschlungenen Bahnen.

‡) Newtoni Opuscula mathematica, philosophica et philologica 1744 T. II. Opusc. XVIII. p. 246: chordam musicе divisam potius adhibui, non tantum quod cum phaenomenis (lucis) optime convenit, sed quod fortasse, aliquid circa colorum harmonias (quarum pictores non penitus ignari sunt), sonorum concordantiis fortasse analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quae est inter extimam Purpuram (Violarum colorem) ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavae terminos (qui pro unisonis quodammodo haberi possunt) reperitur . . . . Vergl. auch Prevost in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93.

||) Seneca, Nat. Quaest. VII. 13: non has tantum stellas quinque discurrere, sed solas observatas esse: ceterum innumerabiles ferri per occultum.

Was man das Gesetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'schen Gesetze unterscheidet, ist eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abstände angebracht hat. Er setzt, der Wahrheit sich mehr nähernd, den ersteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdabstand zu 1000 *). Gauß hat schon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das sogenannte Gesetz der Abstände treffend gerichtet. „Das von Titius angegebene," sagt er, „trifft bei den meisten Planeten, gegen die Natur aller Wahrheiten, die den Namen Gesetz verdienen, nur ganz beiläufig, und, was man noch nicht einmal bemerkt zu haben scheint, beim Merkur gar nicht zu. Es ist einleuchtend, daß die Reihe

$$4,\ 4 + 3,\ 4 + 6,\ 4 + 12,\ 4 + 24,\ 4 + 48,\ 4 + 96,\ 4 + 192,$$

womit die Abstände übereinstimmen sollten, gar nicht einmal eine continuirliche Reihe ist. Das Glied, welches vor $4 + 3$ hergeht, muß ja nicht 4, d. i. $4 + 0$, sondern $4 + 1\frac{1}{2}$ sein. Also zwischen 4 und $4 + 3$ sollten noch unendlich viele liegen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für $n = 1$ kommt aus $4 + 2^{n-2}.3$ nicht 4, sondern $5\frac{1}{2}$. Es ist übrigens gar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinstimmungen in der Natur aufsucht. Die größten Männer aller Zeiten haben solchen lusus ingenii nachgehangen."

5. Massen der Planeten. — Sie sind durch Satelliten, wo solche vorhanden sind, durch gegenseitige Störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Einwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worden. So wurde von Encke 1841 durch Störungen, welche sein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Masse des Merkur bestimmt. Für Venus bietet derselbe Comet für die Folge Aussicht der Massen-Verbesserung dar. Auf Jupiter werden die Störungen der Vesta angewandt. Die Masse der Sonne als Einheit genommen, sind (nach Encke, vierte Abhandlung über den Cometen von Pons in den Schriften der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1842 S. 5):

Merkur	$\frac{1}{4865751}$	Jupiter mit seinen Trabanten	$\frac{1}{1047,879}$
Venus	$\frac{1}{401839}$	Saturn	$\frac{1}{3501.6}$
Erde	$\frac{1}{359551}$	Uranus	$\frac{1}{24605}$
(Erde und Mond zusammen . .	$\frac{1}{355499}$)	Neptun	$\frac{1}{14446}$
Mars	$\frac{1}{2680337}$		

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe, $\frac{1}{9322}$ ist die Masse, welche Le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe seiner scharfsinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, ist demnach bei zunehmender Masse folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun, Saturn, Jupiter;

---

*) Wurm in Bode's astron. Jahrbuch für das J. 1790 S. 168 und Bode: von dem neuen zwischen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnensystems 1802 S. 45. Mit der numerischen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen von der Sonne:

Merkur	387 Theile.	
Venus	387 + 293 =	680
Erde	387 + 2. 293 =	973
Mars	387 + 4. 293 =	1559
Kl. Plan.	387 + 8. 293 =	2731
Jupiter	387 + 16. 293 =	5075
Saturn	387 + 32. 293 =	9763
Uranus	387 + 64. 293 =	19139
Neptun	387 + 128. 293 =	37891

Damit man den Grad der Genauigkeit dieser Resultate prüfen könne, folgen in der nächsten Tafel noch einmal die wirklichen mittleren Abstände der Planeten, wie man sie jetzt anerkennt, mit Beifügung der Zahlen, welche Kepler nach den Tychonischen Beobachtungen vor drittehalb-hundert Jahren für die wahren hielt. Ich entlehne letztere der Schrift Newton's De Mundi Systemate (Opuscula math., philos. et. philol. 1744 T. II. p. 11):

Planeten.	Wirkliche Abstände.	Resultate von Kepler.
Merkur . .	0,38709	0,38806
Venus . .	0,72333	0,72400
Erde . . .	1,00000	1,00000
Mars . . .	1,52369	1,52350
Juno . . .	2,66870	. . . . .
Jupiter . .	5,20277	5,19650
Saturn . .	9,53885	9,51000
Uranus . .	19,18239	. . . . .
Neptun . .	30,03628	. . . . .

also, wie auch in Volum und Dichte, ganz verschieden von der Reihenfolge der Abstände vom Centralkörper.

6. Dichtigkeit der Planeten. — Die vorher erwähnten Volumina und Massen anwendend, erhält man für die Dichtigkeiten der Planeten (je nachdem man die des Erdkörpers oder die des Wassers gleich 1 setzt) folgende numerische Verhältnisse:

Planeten.	Verhältniß zum Erdkörper.	Verhältniß zur Dichtigkeit des Wassers.	Planeten.	Verhältniß zum Erdkörper.	Verhältniß zur Dichtigkeit des Wassers.
Merkur . . .	1,234	6,71	Jupiter . . .	0,243	1,32
Venus . . .	0,940	5,11	Saturn . . .	0,140	0,76
Erde	1,000	5,44	Uranus . . .	0,178	0,97
Mars	0,958	5,21	Neptun . . .	0,230	1,25

In der Vergleichung der planetarischen Dichtigkeiten mit Wasser dient zur Grundlage die Dichtigkeit des Erdkörpers. Reich's Versuche mit der Drehwage haben in Freiberg 5,4383 gegeben: sehr gleich den analogen Versuchen von Cavendish, welche nach der genaueren Berechnung von Francis Baily 5,448 gaben. Aus Baily's eigenen Versuchen folgte das Resultat 5,660. Man erkennt in der obigen Tabelle, daß Merkur nach Encke's Massen-Bestimmung den anderen Planeten von mittlerer Größe ziemlich nahe steht.

Die vorstehende Tabelle der Dichtigkeiten erinnert lebhaft an die mehrmals von mir berührte Eintheilung der Planeten in zwei Gruppen, welche durch die Zone der kleinen Planeten von einander getrennt werden. Die Unterschiede der Dichtigkeit, welche Mars, Venus, die Erde und selbst Merkur darbieten, sind sehr gering; fast eben so sind unter sich ähnlich, aber 4- bis 7mal undichter als die vorige Gruppe, die sonnenferneren Planeten Jupiter, Neptun, Uranus und Saturn. Die Dichtigkeit der Sonne (0,252, die der Erde = 1,000 gesetzt: also im Verhältniß zum Wasser 1,37) ist um weniges größer als die Dichtigkeiten des Jupiter und Neptun. Der zunehmenden Dichte nach müssen demnach Planeten und Sonne*) folgendermaßen gereihet werden:

Saturn, Uranus, Neptun, Jupiter, Sonne, Venus, Mars, Erde, Merkur.

Obgleich die dichtesten Planeten, im Ganzen genommen, die der Sonne näheren sind, so ist doch, wenn man die Planeten einzeln betrachtet, ihre Dichtigkeit keinesweges den Abständen proportional, wie Newton anzunehmen geneigt war†).

7. Siderische Umlaufszeit und Achsendrehung. — Wir begnügen uns hier die siderischen oder wahren Umlaufszeiten der Planeten in Beziehung auf die Fixsterne oder einen festen Punkt des Himmels anzugeben. In der Zeit einer solchen Revolution legt ein Planet volle 360 Grade um die Sonne zurück. Die siderischen Revolutionen (Umläufe) sind sehr von den tropischen und synodischen zu unterscheiden, deren erstere sich auf die Rückkehr zur Frühlings-Nachtgleiche, letztere sich auf den Zeitunterschied zwischen zwei nächsten Conjunctionen oder Oppositionen beziehen.

Planeten.	Siderische Umlaufszeiten.	Rotation.	Planeten.	Siderische Umlaufszeiten.	Rotation
Merkur	87T,96928	. . . .	Jupiter	4332,58480	0T 9h 55′ 27″
Venus .	224,70078	. . . .	Saturn	10759,21981	0T 10h 29′ 17″
Erde . .	365,25637	0T 23h 56′ 4″	Uranus	30686,82051	. . . .
Mars .	686,97964	1T 0h 37′ 20″	Neptun	60126,7	. . . .

*) Die Sonne, die Kepler, wahrscheinlich aus Enthusiasmus für die divina inventa seines mit Recht berühmten Zeitgenossen William Gilbert, für magnetisch hielt und deren Rotation in derselben Richtung wie die Planeten er behauptete, ehe noch die Sonnenflecken entdeckt waren; die Sonne erklärt Kepler im Comment. de motibus Stellae Martis (cap. 23) und in Astronomiae pars optica (cap. 6) für „den dichtesten aller Weltkörper, weil er die übrigen alle, die zu seinem Systeme gehören, bewegt."

†) Newton de Mundi Systemate in Opusculis T. II. p. 17: „Corpora Veneris et Mercurii majore Solis calore magis concocta et coagulata sunt. Planetae ulteriores, defectu caloris, carent substantiis illis metallicis et mineris ponderosis quibus Terra referta est. Densiora corpora quae Soli propiora: ea ratione constabit optime pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires."

In einer anderen mehr übersichtlichen Form sind die **wahren** Umlaufszeiten:

Merkur	87^{T} 23^{h} 15′ 46″
Venus	224^{T} 16^{h} 49′ 7″
Erde	365^{T} 6^{h} 9′ 10″,7496: woraus gefolgert wird die

tropische Umlaufszeit oder die Länge des Sonnenjahrs zu 365^{T},24222 oder 365^{T} 5^{h} 48′ 47″,8091; die Länge des Sonnenjahres wird wegen des Vorrückens der Nachtgleichen in 100 Jahren um 0″,595 kürzer;

Mars	1 Jahr	321^{T} 17^{h} 30′ 41″;
Jupiter	11 Jahre	314^{T} 20^{h} 2′ 7″;
Saturn	29 Jahre	166^{T} 23^{h} 16′ 32″;
Uranus	84 Jahre	5^{T} 19^{h} 41′ 36″;
Neptun	164 Jahre	225^{T} 17^{h}

Die Rotation ist bei den sehr großen äußeren Planeten, welche zugleich eine lange Umlaufszeit haben, am schnellsten; bei den kleineren inneren, der Sonne näheren, langsamer. Die Umlaufszeit der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter ist sehr verschieden und wird bei der Herzählung der einzelnen Planeten erwähnt werden. Es ist hier hinlänglich, ein vergleichendes Resultat anzuführen, und zu bemerken, daß unter den Kleinen Planeten sich die längste Umlaufszeit findet bei Hygiea, die kürzeste bei Flora.

8. **Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achsen.** — Nächst den Massen der Planeten gehören die Neigung und Excentricität ihrer Bahnen zu den wichtigsten Elementen, von welchen die **Störungen** abhangen. Die Vergleichung derselben in der Reihenfolge der inneren, kleinen mittleren, und äußeren Planeten (von Merkur bis Mars, von Flora bis Hygiea, von Jupiter bis Neptun) bietet mannigfaltige Aehnlichkeiten und Contraste dar, welche zu Betrachtungen über die Bildung dieser Weltkörper und ihre an lange Zeitperioden geknüpften Veränderungen leiten. Die in so verschiedenen elliptischen Bahnen kreisenden Planeten liegen auch alle in verschiedenen Ebenen; sie werden, um eine numerische Vergleichung möglich zu machen, auf eine feste oder nach einem gegebenen Gesetze bewegliche **Fundamental-Ebene** bezogen. Als eine solche gilt am bequemsten die **Ekliptik** (die Bahn, welche die Erde wirklich durchläuft) oder der **Aequator** des Erdsphäroids. Wir fügen zu derselben Tabelle die Neigungen der Rotations-Achsen der Planeten gegen ihre eigene Bahn hinzu, so weit dieselben mit einiger Sicherheit ergründet sind.

Planeten.	Neigung der Planetenbahnen gegen die Ekliptik.	Neigung der Planetenbahnen gegen den Erd-Aequator.	Neigung der Achsen der Planeten gegen ihre Bahnen.
Merkur	7° 0′ 5″,9	28° 45′ 8″	. . . .
Venus	3° 23′ 28″,5	24° 33′ 21″	. . . .
Erde	0° 0′ 0″	23° 27′ 54″,8	66° 32′
Mars	1° 51′ 6″,2	24° 44′ 24″	61° 18′
Jupiter	1° 18′ 51″,6	23° 18′ 28″	86° 54′
Saturn	2° 29′ 35″,9	22° 38′ 44″	. . . .
Uranus	0° 46′ 28″,0	23° 41′ 24″	. . . .
Neptun	1° 47′	22° 21′	. . . .

Die Kleinen Planeten sind hier ausgelassen, weil sie weiter unten als eine eigene, abgeschlossene Gruppe behandelt werden. Wenn man den sonnennahen Merkur ausnimmt, dessen Bahnneigung gegen die Ekliptik (7° 0′ 5″,9) der des Sonnen-Aequators (7° 30′) sehr nahe kommt, so sieht man die Neigung der anderen sieben Planetenbahnen zwischen 0°¾ und 3½ Grad oscilliren. In der Stellung der Rotations-Achsen gegen die eigene Bahn ist es Jupiter, welcher sich dem Extreme der Perpendicularität am meisten nähert. Im Uranus dagegen fällt, nach der Neigung der Trabanten-Bahnen zu schließen, die Rotations-Achse fast mit der Ebene der Bahn des Planeten zusammen.

Da von der Größe der Neigung der Erdachse gegen die Ebene ihrer Bahn, also von der Schiefe der Ekliptik (d. h. von dem Winkel, welchen die scheinbare Sonnenbahn in

ihrem Durchschnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten, die Sonnenhöhen unter verschiedenen Breiten und die Länge des Tages abhangen; so ist dieses Element von der äußersten Wichtigkeit für die astronomischen Klimate, d. h. für die Temperatur der Erde, in so fern dieselbe Funktion der erreichten Mittagshöhen der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte ist. Bei einer großen Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdbahn senkrecht stände, würde jeder Ort einmal im Jahr, selbst unter den Polen, die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht aufgehen sehen. Die Unterschiede von Sommer und Winter würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegensatzes erreichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchsten Grade zu denen gehören, welche man extreme nennt und die eine unabsehbar verwickelte Reihe schnell wechselnder Luftströmungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall die Schiefe der Ekliptik null, fiele der Erd-Aequator mit der Ekliptik zusammen; so hörten an jedem Orte die Unterschiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne sich ununterbrochen scheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden nie aufhören sie am Horizonte zu sehen. „Die mittlere Jahres-Temperatur eines jeden Punktes der Oberfläche würde auch die eines jeden einzelnen Tages sein*).“ Man hat diesen Zustand den eines ewigen Frühlings genannt, doch wohl nur wegen der allgemein gleichen Länge der Tage und Nächte. Ein großer Theil der Gegenden, welche wir jetzt die gemäßigte Zone nennen, würden, da der Pflanzenwuchs jeder anregenden Sonnenwärme entbehren müßte, in das fast immer gleiche, eben nicht erfreuliche Frühlings-Klima versetzt sein, von welchem ich unter dem Aequator in der Andeskette, der ewigen Schneegrenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos †) zwischen 10000 und 12000 Fuß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft oscillirt dort immerdar zwischen 4° 1/2 und 9° Réaumur.

Das griechische Alterthum ist viel mit der Schiefe der Ekliptik beschäftigt gewesen, mit rohen Messungen, mit Muthmaßungen über ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der Neigung der Erdachse auf Klimate und Ueppigkeit der organischen Entwickelung. Diese Speculationen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pythagorischen Schule und dem Oenopides von Chios an. Die Stellen, die uns darüber aufklären sollen, sind dürftig und unbestimmt; doch geben sie zu erkennen, daß man sich die Entwickelung des organischen Lebens und die Entstehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoche dachte, in welcher die Erdachse sich zu neigen anfing: was auch die Bewohnbarkeit des Planeten in einzelnen Zonen veränderte. Nach Plutarch de plac. philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die Welt, nachdem sie entstanden und lebende Wesen aus ihrem Schooße hervorgebracht, sich von selbst gegen die Mittagsseite geneigt habe.“ In derselben Beziehung sagt Diogenes Laertius II, 9 von dem Klazomenier: „die Sterne hatten sich anfangs in kuppelartiger Lage fortgeschwungen, so daß der jedesmal erscheinende Pol scheitelrecht über der Erde stand; später aber hatten sie die schiefe Richtung angenommen.“ Die Entstehung der Schiefe der Ekliptik dachte man sich wie eine kosmische Begebenheit. Von einer fortschreitenden späteren Veränderung war keine Rede.

Die Schilderung der beiden extremen, also entgegengesetzten Zustände, denen sich die Planeten Uranus und Jupiter am meisten nähern, sind dazu geeignet an die Veränderungen zu erinnern, welche die zunehmende oder abnehmende Schiefe der Ekliptik in den meteorologischen Verhältnissen unseres Planeten und in der Entwickelung der organischen Lebensformen hervorbringen würde, wenn diese Zu- oder Abnahme nicht in sehr enge Grenzen eingeschlossen wären. Die Kenntniß dieser Grenzen, Gegenstand der

*) Mädler, Astronomie § 193.

†) Humboldt de Distributione geographica Plantarum p. 104 (Ansichten der Natur Bd. I. S. 131 bis 133.)

großen Arbeiten von Leonhard Euler, Lagrange und Laplace, kann für die neuere Zeit
der glänzendsten Errungenschaften der theoretischen Astronomie und der vervollkomm
höheren Analysis genannt werden. Diese Grenzen sind so enge, daß Laplace (Expos
Système du Monde, éd. 1824 p. 303) die Behauptung aufstellte, die Schiefe der Ek
oscillire nach beiden Seiten nur 1° ½ um ihre mittlere Lage. Nach dieser Angabe*) w
uns die Tropenzone (der Wendekreis des Krebses, als ihr nördlichster, äußerster Sa
nur um eben so viel näher kommen. Es wäre also, wenn man die Wirkung so vieler
derer meteorologischer Perturbationen ausschließt, als würde Berlin von seiner jet
isothermen Linie allmälig auf die von Prag versetzt. Die Erhöhung der mitt
Jahres-Temperatur würde kaum mehr als einen Grad des hunderttheiligen Thermom
betragen †). Biot nimmt zwar auch nur enge Grenzen in der alternirenden Veränder
der Schiefe der Ekliptik an, hält es aber für rathsamer sie nicht an bestimmte Zahle
fesseln. „La diminution lente et séculaire de l'obliquité de l'écliptique," sagt er, „
des états alternatifs qui produisent une oscillation éternelle, comprise entre des lin
fixes. La théorie n'a pas encore pu parvenir à déterminer ces limites; mais d'a
la constitution du système planétaire, elle a démontré qu'elles existent et qu'elles
trés peu etendues. Ainsi, à ne considérer qut le seul effet des causes constantes
agissent actuellement sur le système du monde, on peut affirmer que le plan de l'é
tique *n'a jamais coincidé* et ne *coincidera jamais* avec le plan de l'équateur, ph
mène qui, s'il arrivait, produirait sur la terre le (prétendu!) printemps perpétu
Biot, Traité d'Astronomie physique, 3me éd. 1847. T. IV. p. 91.

Während die von Bradley entdeckte Nutation der Erdachse bloß von der Einwir
der Sonne und des Erd-Satelliten auf die abgeplattete Gestalt unseres Planeten abhä
ist das Zunehmen und Abnehmen der Schiefe der Ekliptik die Folge der veränderl
Stellung aller Planeten. Gegenwärtig sind diese so vertheilt, daß ihre Gesammtwir
auf die Erdbahn eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik hervorbringt. Le
beträgt jetzt nach Bessel jährlich 0",457. Nach dem Verlauf von vielen tausend Ja
wird die Lage der Planetenbahnen und ihrer Knoten (Durchschnittspunkte auf der Eklt
so verschieden sein, daß das Vorwärtsgehen der Aequinoctien in ein Rückwärtsgehen
demnach in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik wird verwandelt sein. Die Th
lehrt, daß diese Zu- und Abnahme Perioden von sehr ungleicher Dauer ausfüllt.
ältesten astronomischen Beobachtungen, welche uns mit genauen numerischen Ang
erhalten sind, reichen bis in das Jahr 1104 vor Christus hinauf und bezeugen das
Alter chinesischer Civilisation. Literarische Monumente sind kaum hundert Jahre jün
und eine geregelte historische Zeitrechnung reicht (nach Eduard Biot) bis 2700 Jahre
Christus hinauf‡). Unter der Regentschaft des Tscheu-kung, Bruders des Wu-w
wurden an einem 8füßigen Gnomon in der Stadt Lo-jang südlich vom gelben Flusse
Stadt heißt jetzt Ho-nan-fu, in der Provinz Ho-nan) in einer Breite von 34° 46
Mittagsschatten ||) in zwei Solstitien gemessen. Sie gaben die Schiefe der Ekliptik zu
54': also um 27' größer, als sie 1850 war. Die Beobachtungen von Pytheas und E
tosthenes zu Marseille und Alexandrien sind sechs und sieben Jahrhunderte jünger.
besitzen 4 Resultate über die Schiefe der Ekliptik vor unserer Zeitrechnung, und 7

---

*) „L'étendue entière de cette variation serait d'environ 12 degrés, mais l'action du Soleil et de la Lune la réduit à peu près à trois degrés (centésimaux)." Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 303.

†) Ich habe an einem anderen Orte durch Vergleichung zahlreicher mittlerer Jahres-Temperaturen, gezeigt, daß in Europa vom Nordcap bis Palermo dem Unterschied eines geographischen Breitengrades sehr nahe 0° 5 des hunderttheiligen Thermometers, in dem westlichen Temperatur-Systeme von Amerika aber (schen Boston und Charlestown) 0°,9 entsprechen; contrale T. III. p. 229.

‡) Kosmos Buch II. S. 247 Anm. †).

||) Laplace, Expos. du Système du M (5ème éd.) p. 303, 345, 403, 406 und 408; dersel der Connaissance des tems pour 1811 p. 386; Traité élém. d'Astr. physique T. I. p. 61, T. I 90–99 und 614–623

derselben bis zu Ulugh Beg's Beobachtungen auf der Sternwarte zu Samarkand. Die Theorie von Laplace stimmt auf eine bewundernswürdige Weise, bald in plus, bald in minus, mit den Beobachtungen für einen Zeitraum von fast 3000 Jahren überein. Die uns überkommene Kenntniß von Tscheukung's Messung der Schattenlängen ist um so glücklicher, als die Schrift, welche ihrer erwähnt, man weiß nicht aus welcher Ursach, der großen vom Kaiser Schi-hoang-ti aus der Tsin-Dynastie im Jahr 246 vor Chr. anbefohlenen fanatischen Bücher-Zerstörung entgangen ist. Da der Anfang der 4ten ägyptischen Dynastie mit den pyramidenbauenden Königen Chufu, Schafra und Menkera nach den Untersuchungen von Lepsius 23 Jahrhunderte vor der Solstitial-Beobachtung zu Lo-jang fällt, so ist bei der hohen Bildungsstufe des ägyptischen Volkes und seiner frühen Calender-Einrichtung es wohl sehr wahrscheinlich, daß auch damals schon Schattenlängen im Nilthal gemessen wurden; Kenntniß davon ist aber nicht auf uns gekommen. Selbst die Peruaner, obgleich weniger fortgeschritten in der Vervollkommnung des Calenderwesens und der Einschaltungen, als es die Mexicaner und die Muyscas (Bergbewohner von Neu-Granada) waren, hatten Gnomonen, von einem, auf sehr ebener Grundfläche eingezeichneten Kreise umgeben. Es standen dieselben sowohl im Inneren des großen Sonnentempels zu Cuzco als an vielen anderen Orten des Reichs; ja der Gnomon zu Quito, fast unter dem Aequator gelegen und bei den Aequinoctial-Festen mit Blumen bekränzt, wurde in größerer Ehre als die anderen gehalten *).

9. Excentricität der Planeten. — Die Form der elliptischen Bahnen ist bestimmt durch die größere oder geringere Entfernung der beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipse. Diese Entfernung oder Excentricität der Planetenbahnen variirt, in Theilen der halben großen Axe der Bahnen ausgedrückt, von 0,006 (also der Kreisform sehr nahe) in Venus und von 0,076 in Ceres bis 0,205 in Merkur und 0,255 in Juno. Auf die am wenigsten excentrischen Bahnen der Venus und des Neptun folgen am nächsten: die Erde, deren Excentricität sich jetzt vermindert und zwar um 0,00004299 in 100 Jahren, während die kleine Axe sich vergrößert; Uranus, Jupiter, Saturn, Ceres, Egeria, Vesta und Mars. Die am meisten excentrischen Bahnen sind die der Juno (0,255), Pallas (0,239), Iris (0,232), Victoria (0,217), des Merkur (0,205) und der Hebe (0,202). Die Excentricitäten sind bei einigen Planeten im Wachsen: wie bei Merkur, Mars und Jupiter; bei anderen im Abnehmen: wie bei Venus, der Erde, Saturn und Uranus. Die nachfolgende Tabelle giebt die Excentricitäten der Großen Planeten nach Hansen für das Jahr 1800. Die Excentricitäten der 14 Kleinen Planeten sollen später nebst anderen Elementen ihrer Bahnen für die Mitte des 19ten Jahrhunderts geliefert werden.

Merkur	0,2056163	Jupiter	0,0481621
Venus	0,0068618	Saturn	0,0561505
Erde	0,0167922	Uranus	0,0466108
Mars	0,0932168	Neptun	0,00871946

*) Garcilaso, Comment. Reales Parte I. lib. II cap. 22–26; Prescott, Hist. of the Conquest of Peru Vol. I. p. 126. Die Mexicaner hatten unter ihren 20 hieroglyphischen Tageszeichen ein besonders geehrtes, Ollin-tonatiuh, das der 4 Sonnenbewegungen, genannt, welches dem großen, alle 52=4×13 Jahre erneuerten Cyclus vorstand und sich auf den hieroglyphisch durch Fußstapfen ausgedrückten Weg der Sonne, die Solstitien und Aequinoctien durchschneidend, bezog. In dem schön gemalten aztekischen Manuscripte, das vormals in der Villa des Cardinal Borgia zu Veletri aufbewahrt ward und aus dem ich viel wichtiges entlehnt, befindet sich das merkwürdige astrologische Zeichen eines Kreuzes, dessen beigeschriebene Tageszeichen die Durchgänge der Sonne durch den Zenith der Stadt Mexico (Tenochtitlan), den Aequator und die Solstitial-Punkte vollständig bezeichnen würden, wenn die den Tageszeichen wegen der periodischen Reihen beigefügten Punkte (runde Scheiben) in allen drei Durchgängen der Sonne gleich vollzählig wären. (Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XXXVII, No. 8; p. 164, 189 und 237.) Der der Sternbeo achtung leidenschaftlich ergebene König von Tezcuco, Nezahualpilli (ein Fastenkind genannt, weil der Vater lange vor der Geburt des erwünschten Sohnes fastete), hatte ein Gebäude errichtet, das Torquemada etwas kühn eine Sternwarte nennt und dessen Trümmer er noch sah (Monarquia Indiana lib. II. cap. 64). In der Raccolta di Mendoza sehen wir einen Priester dargestellt (Vues des Cord. Pl. LVIII No. 8 p. 289), welcher die Sterne beobachtet: was durch eine punctirte Linie ausgedrückt ist, die vom beobachteten Stern zu seinem Auge geht.

Die Bewegung der großen Axe (Absidenlinie) der Planetenbahnen, durch welche der Ort der Sonnennähe (des Perihels) verändert wird, ist eine Bewegung, die ohne Ende, der Zeit proportional, nach Einer Richtung fortschreitet. Sie ist eine Veränderung in der Position der Apsidenlinie, welche ihren Cyclus erst in mehr als hundert-tausend Jahren vollendet; und wesentlich von den Veränderungen zu unterscheiden, welche die Gestalt der Bahnen, ihre Ellipticität, erleidet. Es ist die Frage aufgeworfen worden, ob der wachsende Werth dieser Elemente in der Folge von Jahrtausenden die Temperatur der Erde in Hinsicht auf Quantität und Vertheilung nach Tages- und Jahreszeiten beträchtlich modificiren könne? ob in diesen astronomischen, nach ewigen Gesetzen regelmäßig fortwirkenden Ursachen nicht ein Theil der Lösung des großen geologischen Problems der Vergrabung tropischer Pflanzen- und Thierformen in der jetzt kalten Zone gefunden werden könne? Dieselben mathematischen Gedankenverbindungen, welche zu den Besorgnissen über Position der Apsiden, über Form der elliptischen Planetenbahnen (je nachdem diese sich der Kreisform oder einer cometenartigen Excentricität nähern), über Neigung der Planeten-Achsen, Veränderung der Schiefe der Ekliptik, Einfluß der Präcession auf die Jahreslänge anregen; gewähren in ihrer höheren analytischen Entwickelung auch kosmische Motive der Beruhigung. Die großen Axen und die Massen sind constant. Periodische Wiederkehr hindert ein maaßloses Anwachsen gewisser Perturbationen. Die schon an sich so mäßigen Excentricitäten der mächtigsten zwei Planeten, des Jupiter und des Saturn, sind durch eine gegenseitige und dazu noch ausgleichende Wirkung wechselsweise im Zu- und Abnehmen begriffen, wie auch in bestimmte, meist enge Grenzen eingeschlossen.

Durch die Veränderung der Position der Apsidenlinie *) fällt allmälig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächsten ist, in ganz entgegengesetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die ersten Tage des Jänners, wie die Sonnenferne (Aphel) sechs Monate später, in die ersten Tage des Julius, fällt; so kann durch das Fortschreiten (die Drehung) der Apsidenlinie oder großen Axe der Erdbahn das Maximum des Abstandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten, so daß im Januar die Erde der Sonne um 700000 geographische Meilen (d. i. ohngefähr 1/30 des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne) ferner stehen würde als im Sommer. Auf den ersten Anblick möchte man also glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengesetzte Jahreszeit (statt des Winters, wie jetzt der Fall ist, in den Sommer) große klimatische Veränderungen hervorbringen müsse; aber in der gemachten Voraussetzung wird die Sonne nicht mehr sieben Tage länger in der nördlichen Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbst-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer ist als diejenige, während welcher sie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbst-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterschied (und wir verweilen hier bloß bei den astronomischen Klimaten, mit Ausschluß aller physischen Betrachtungen über das Verhältniß des Festen zum Flüssigen auf der vielgestalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterschied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Apsidenlinie sein soll, wird meist dadurch im ganzen verschwinden †), daß der Punkt, in welchem unser Planet der Sonne am nächsten steht, immer zugleich der ist, durch den der Planet sich am schnellsten bewegt. Das schöne, zuerst von Lambert ‡) aufgestellte Theorem, nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedwedem Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional ist,

---

*) John Herschel on the astronomical Causes which may influence Geological phaenomena, in den Transact. of the geolog. Soc. of London 2d Ser. Vol. III. P. 1. p. 298; derselbe in seinem Treatise of Astronomy 1833 (Cab. Cyclop. Vol. XLIII.) § 315.

†) Arago im Annuaire pour 1834 p. 199.

‡) „Il s'ensuit (du théorème dû à Lambert) que la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est la même en allant de l'équinoxe du printems à l'équinoxe d'automne qu'en revenant de celui-ci au premier. Le tems plus long que le Soleil emploie dans le premier trajet, est exactement compensé par son éloignement aussi plus grand; et les quantités de chaleur qu'il envoie à la Terre, sont

den in derselben Zeitdauer der Radius vector der Sonne beschreibt, enthält gewissermaßen die beruhigende Auflösung des oben bezeichneten Problems.

Wie die veränderte Richtung der Absidenlinie wenig Einfluß auf die Temperatur des Erdkörpers ausüben kann; so sind auch, nach Arago und Poisson*), die Grenzen der wahrscheinlichen Veränderungen der elliptischen Form der Erdbahn so eng beschränkt, daß sie die Klimate der einzelnen Zonen nur mäßig und dazu in langen Perioden sehr allmälig modificiren würden. Ist auch die Analyse, welche diese Grenze genau bestimmt, noch nicht ganz vollendet, so geht aus derselben doch wenigstens so viel hervor, daß die Excentricität der Erde nie in die der Juno, der Pallas und der Victoria übergehen werde.

10. Lichtstärke der Sonne auf den Planeten. — Wenn man die Lichtstärke auf der Erde = 1 setzt, so findet man für

Merkur	6,674	Jupiter	0,036
Venus	1,911	Saturn	0,011
Mars	0,431	Uranus	0,003
Pallas	0,130	Neptun	0,001

Als Folge sehr großer Excentricität haben Licht-Intensität:

Merkur	in dem Perihel 10,58;	im Aphel 4,59
Mars	„ „ 0,52;	„ „ 0,36
Juno	„ „ 0,25;	„ „ 0,09

während die Erde bei der geringen Excentricität ihrer Bahn im Perihel 1,034; im Aphel 0,967 hat. Wenn das Sonnenlicht auf Merkur 7mal intensiver als auf der Erde ist, so muß es auf Uranus 368mal schwächer sein. Der Wärme-Verhältnisse ist hier schon darum nicht Erwähnung geschehen, weil sie, als ein complicirtes Phänomen, von der besonderen Beschaffenheit der Planeten-Atmosphären, ihrer Höhe, ihrer Existenz oder Nicht-Existenz abhängig sind. Ich erinnere nur hier an die Vermuthungen von Sir John Herschel über die Temperatur der Mond-Oberfläche, „welche vielleicht den Siedepunkt des Wassers ansehnlich übertrifft" †).

b. Nebenplaneten.

Die allgemeinen vergleichenden Betrachtungen über die Nebenplaneten sind mit einiger Vollständigkeit schon im Naturgemälde (Kosmos Buch I. S. 44—47) geliefert worden. Damals (März 1845) waren nur 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten bekannt. Von den Asteroiden, sogenannten telescopischen oder Kleinen Planeten waren bloß erst vier: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt. Gegenwärtig (August 1851) übertrifft die Zahl der Hauptplaneten die der Trabanten. Wir kennen von den ersteren 22, von den letzteren 21. Nach einer 38jährigen Unterbrechung planetarischer Entdeckungen, von 1807 bis December 1845, begann mit der Asträa von Hencke eine lange Folge von 10 neuentdeckten Kleinen Planeten. Von diesen hat Henke zu Driesen zwei (Asträa und Hebe), Hind in London vier (Iris, Flora, Victoria und Irene), Graham zu Markree-Castle einen (Metis) und De Gasparis zu Neapel drei (Hygiea, Parthenope und Egeria) zuerst erkannt. Der äußerste aller Großen Planeten, der von Le Verrier in Paris verkündigte, von Galle zu Berlin aufgefundene Neptun, folgte nach 10 Monaten der Asträa. Die Entdeckungen häufen sich jetzt mit solcher Schnelligkeit, daß die Topographie des Sonnengebietes nach Ablauf weniger Jahre eben so veraltet erscheint als statistische Länderbeschreibungen.

---

les mêmes pendant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre hémisphère, boréal ou austral." Poisson sur la stabilité du système planétaire in der Connaiss. des tems pour 1836 p. 54.

*) Arago a. a. O. p. 200–204. „L'excentricité," sagt Poisson (a. a. O. p. 38 und 52), „ayant toujours été et devant toujours demeurer très petite, l'influence des variations séculaires de la quantité de chaleur solaire reçue par la Terre sur la température moyenne paraît aussi devoir être très limitée. — On ne saurait admettre que l'excentricité de la Terre, qui est actuellement environ un soixantième, ait jamais été ou devienne jamais un quart, comme celle de Junon ou de Pallas."

†) Outlines § 432.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der **Erde**, 4 dem **Jupiter**, 8 dem **Saturn** (der letztentdeckte unter diesen 8 ist dem Abstand nach der 7te, Hyperion, zugleich in zwei Welttheilen von Bond und Lassell entdeckt), 6 dem **Uranus** (von denen besonders der zweite und vierte am sichersten bestimmt sind), 2 dem **Neptun**.

Die um Hauptplaneten kreisenden Satelliten sind **untergeordnete Systeme**, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten, eigene Gebiete von sehr verschiedenen Dimensionen bildend, in denen sich im Kleinen das große Sonnengebiet gleichsam wiederholt. Nach unseren Kenntnissen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmesser 520000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Diese Analogien zwischen den untergeordneten Systemen und dem Sonnensysteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck der kleinen **Jupiterswelt** (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur schnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicanischen Weltsystems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organische Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete ist so ungleich, daß, wenn im ganzen die mondlosen Hauptplaneten sich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten, die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der **äußeren planetarischen Gruppe**, jenseits des Ringes der mit einander verschlungenen Asteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher sich in der Gruppe der inneren Planeten zwischen der Sonne und den Asteroiden gebildet hat, der **Erdmond**, ist auffallend groß im Verhältniß seines Durchmessers zu dem seines Hauptplaneten. Dieses Verhältniß ist $\frac{1}{3,8}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15,3}$ und der größte der Jupiterstrabanten, der 3te, $\frac{1}{25,8}$ des Durchmessers ihres Hauptplaneten sind. Man muß diese Betrachtung einer relativen Größe sehr von der der absoluten Größe unterscheiden. Der relativ so große Erdmond (454 Meilen im Durchmesser) ist absolut kleiner als alle vier Jupiterstrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnstrabant ist sehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verschieden*). Wenn das Problem der telescopischen Sichtbarkeit von dem Durchmesser allein abhinge, und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beschaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche bedingt wäre, so würde man für die kleinsten der Nebenplaneten den 1sten und 2ten der Saturnstrabanten (Mimas und Enceladus) und die beiden mehrfach gesehenen Uranustrabanten zu halten haben; vorsichtiger ist es aber, sie bloß als die kleinsten Lichtpunkte zu bezeichnen. Gewisser scheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten überhaupt die kleinsten aller planetarischen Weltkörper (Haupt- und Nebenplaneten) zu suchen sind†).

Die Dichtigkeit der Satelliten ist keinesweges immer **geringer** als die ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall ist beim Erdmonde (dessen Dichtigkeit nur 0,619 von der unserer Erde ist) und bei dem 4ten Jupiterstrabanten. Der dichteste dieser Trabantengruppe, der 2te, ist auch **dichter** als Jupiter selbst, während der 3te und größte **gleiche** Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben scheint. Auch die Massen nehmen gar nicht mit dem Abstande zu. Sind die Planeten aus kreisenden Ringen entstanden; so müssen eigene, uns vielleicht ewig unbekannt bleibende Ursachen größere und kleinere, dichtere oder undichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.

Die Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören, haben sehr verschiedene Excentricitäten. Im Jupiters-Systeme sind die Bahnen der Trabanten 1 und 2 fast kreisförmig, während die Excentricitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 steigen. Im Saturns-Systeme ist die Bahn des dem Hauptplaneten nächsten Trabanten (Mimas) schon beträchtlich excentrischer als die Bahnen von Enceladus und des von Bes-

---

*) A. a. O. § 548.

†) S. **Mädler's** Versuch, den Durchmesser der Vesta (66 geogr. Meilen?) bei 1000maliger Vergrößerung zu bestimmen in seiner Astronomie S. 218.

fel so genau bestimmten Titan, welcher zuerst entdeckt wurde und der größte ist. Die Excentricität dieses 6ten Trabanten des Saturn ist nur 0,02922. Nach allen diesen Angaben, die zu den sichreren gehören, ist Mimas allein mehr excentrisch als der Erdmond (0,05484); letzterer hat die Eigenheit, daß seine Bahn um die Erde unter allen Satelliten die stärkste Excentricität im Vergleich mit der des Hauptplaneten zeigt. Mimas (0,068) kreist um Saturn (0,056), aber unser Mond (0,054) um die Erde, deren Excentricität nur 0,016 ist. Ueber die Abstände der Trabanten von den Hauptplaneten vergl. Kosmos Buch I. S. 46. Die Entfernung des dem Saturn nächsten Trabanten (Mimas) wird gegenwärtig nicht mehr zu 20022 geogr. Meilen, sondern zu 25600 angeschlagen: woraus sich ein Abstand von dem Ringe des Saturn, diesen zu 6047 Meilen Breite und den Abstand des Ringes von der Oberfläche des Planeten zu 4594 Meilen gerechnet, von etwas über 7000 Meilen ergiebt*). Auch in der Lage der Satelliten-Bahnen zeigen sich merkwürdige Anomalien neben einer gewissen Uebereinstimmung in dem Systeme des Jupiter, dessen Satelliten sich sehr nahe alle in der Ebene des Aequators des Hauptplaneten bewegen. In der Gruppe der Saturnstrabanten kreisen 7 meist in der Ebene des Ringes, während der äußerste 8te, Japetus, 12° 14′ gegen die Ring-Ebene geneigt ist.

In diesen allgemeinen Betrachtungen über die Planetenkreise im Weltall sind wir von dem höheren, wahrscheinlich nicht höchsten†), Systeme, von dem der Sonne, zu den untergeordneten Partial-Systemen des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun herabgestiegen. Wie dem denkenden und zugleich phantasirenden Menschen ein Streben nach Verallgemeinerung der Ansichten angeboren ist, wie ihm ein unbefriedigtes kosmisches Ahnden in der translatorischen Bewegung‡) unsres Sonnensystemes durch den Weltraum die Idee einer höheren Beziehung und Unterordnung darzubieten scheint; so ich auch der Möglichkeit gedacht worden, daß die Trabanten des Jupiter wieder Centralkörper für andere secundäre, wegen ihrer Kleinheit nicht gesehene Weltkörper sein könnten. Dann wären den einzelnen Gliedern der Partial-Systeme, deren Hauptsitz die Gruppe der äußeren Hauptplaneten ist, andere, ähnliche Partial-Systeme untergeordnet. Formwiederholungen in wiederkehrender Gliederung gefallen allerdings, auch als selbstgeschaffene Gebilde, dem ordnenden Geiste; aber jeder ernsteren Forschung bleibt es geboten den idealen Kosmos nicht mit dem wirklichen, das Mögliche nicht mit dem durch sichere Beobachtungen Ergründeten zu vermengen.

Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebiets.

Es ist, wie ich schon mehrmals erinnert, der besondere Zweck einer physischen Weltbeschreibung, alle wichtigen, in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts genau ergründeten, numerischen Resultate in dem siderischen wie in dem tellurischen Gebiete der Erscheinungen zusammenzustellen. Das Gestaltete und Bewegte wird hier als ein Geschaffenes, Daseiendes, Gemessenes geschildert. Die Gründe, auf welchen die erlangten numerischen Resultate beruhen; die cosmogonischen Vermuthungen, welche seit Jahrtausenden nach den wechselnden Zuständen des mechanischen und physikalischen Wissens über das Werden entstanden sind: gehören im strengeren Sinne des Worts nicht in den Bereich dieser empirischen Untersuchungen. (Kosmos Buch I. S. 19—20, 32 und 39.)

Sonne.

Was sowohl die Dimensionen als die dermaligen Ansichten über die physische Beschaffen-

---

*) In der früheren Angabe (Kosmos Buch I. S. 46) war der Aequatorial-Halbmesser des Saturn zum Grunde gelegt.

†) Vergl. Kosmos Buch III. S. 491.

‡) Ich habe im Naturgemälde von der translatorischen Bewegung der Sonne umständlich gehandelt (Kosmos Buch I. S. 72 und 73 (vergl. auch Buch III. S. 484).

heit des Centralkörpers betrifft, ist schon oben (Kosmos Buch III. S. 526–542) a
ben worden. Es bleibt hier nur übrig, nach den neuesten Beobachtungen noch
über die **rothen Gestalten** und **rothen Wolkenmassen** hinzuzufügen
S. 532 besondere Erwähnung geschah. Die wichtigen Erscheinungen, welche die
Sonnenfinsterniß vom 28. Juli 1851 im östlichen Europa dargeboten, haben die
von Arago 1842 angeregte Meinung, daß die rothen, berg- oder wolkenartigen **He
ragungen** am Rande der verfinsterten Sonne zu der gasartigen äußersten Umh
des Centralkörpers gehören*), noch mehr bekräftigt. Es sind diese Hervorragunge
dem westlichen Mondrande **aufgedeckt** worden, je nachdem in seiner Bewegu
Mond gegen Osten fortgerückt ist (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p.
dagegen sind sie wieder verschwunden, wenn sie an der entgegenstehenden Seite du
östlichen Mondrand **verdeckt** wurden.

Die Intensität des Lichts jener Rand-Erhebungen ist abermals so beträchtlich g
daß man sie durch dünne Wolken verschleiert in Fernröhren, ja selbst mit bloßen
innerhalb der Corona hat erkennen können.

Die Gestalt der, meist rubin- oder pfirsichrothen Erhebungen hat sich (bei einig
selben) während der Total-Finsterniß sichtbar schnell verändert; eine dieser Erheb
ist an ihrem Gipfel gekrümmt erschienen, und hat, wie eine oben umgebogene Rauc
vielen Beobachtern in der Nähe der Spitze ein frei schwebendes, abgesondertes **Gew**
gezeigt. Die Höhe dieser Hervorragungen wurde meist 1′ bis 2′ geschätzt; an einem
soll sie mehr betragen haben. Außer diesen zapfenartigen Erhebungen, deren man d
fünf gezählt, wurden auch carminrothe, langgestreckte, bandartige, wie auf dem Mon
anliegende, oft gezähnte, niedrige Streifen gesehen ‡).

Man hat wieder deutlichst, besonders beim Austritt, den Theil des Mondrandes er
können, welcher sich nicht ||) auf die Sonnenscheibe projicirte.

Eine Gruppe von Sonnenflecken war sichtbar, doch einige Minuten von dem So
rande entfernt, da, wo die größte hakenförmige rothe Gibbosität entstand. Gegenübe
weit der matten östlichen Hervorragung, war ebenfalls nahe am Rande ein Sonnen
Diese trichterförmigen Vertiefungen können wegen des erwähnten Abstandes wohl
das Material zur rothen gasartigen Erhalation hergegeben haben; aber weil bei
Vergrößerung die ganze Oberfläche der Sonne sichtbar Poren zeigt, so ist doch wo
Vermuthung am wahrscheinlichsten: daß dieselbe Dampf- und Gas-Emanation, n
von dem Sonnenkörper aufsteigend, die Trichter¶) bildet, durch diese, welche uns als
nenflecken erscheinen, oder durch kleinere Poren sich ergießt, und, erleuchtet, unserem

---

*) **Kosmos** Buch III. S. 533 und Anm. *) und †).

†) Vergl. die Beobachtungen des schwedischen Mathematikers Vigerus Vassenius zu Gothenburg während der totalen Sonnenfinsterniß des 2. Mai 1733, und den Commentar dazu von Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1846 p. 441 und 462. Dr. Galle, welcher am 28. Juli 1851 zu Frauenburg beobachtete, sah „das frei schwebende Wölkchen durch drei oder noch mehr Fasern mit der hakenförmigen (gekrümmten) Gibbosität verbunden."

‡) Vergl., was ein sehr geübter Beobachter, der Schiffscapitän Bérard, am 8. Juli 1842 in Toulon beobachtete. „Il vit une bande rouge, très mince, dentelée irrégulièrement:" a. a. O. p. 416.

||) Dieser Umriß des Mondes, während der totalen Sonnenfinsterniß am 8. Juli 1842 von 4 Beobachtern genau erkannt, war vorher bei ähnlichen Sonnenfinsternissen noch nie beschrieben worden. Die Möglichkeit des Sehens von einem äußeren Mond-Umrisse scheint abhängig von dem Lichte, welches die dritte äußerste Umhullung der Sonne und der **Lichtring** (die Strahlenkrone) geben. „La lune se projette *en par*
l'atmosphère du Soleil. Dans la portion de
nette où l'image de la lune se forme, il n'y a
lumière provenant de l'atmosphère terrestr
lune ne fournit rien de sensible et, semblabl
écran, elle arrête tout ce qui provient de plu
et lui correspond. En dehors de cette image, c
cisément à partir de son bord, le champ est é
à la fois par la lumière de l'atmosphère terre
par la *lumière de l'atmosphère solaire*. Supp
que ces deux lumières réunies forment un
plus fort de 1/60 que la lumière atmosphériqu
restre, et, dès ce moment, le bord de la lun
visible. Ce genre de vision peut prendre le n
vision négative: c'est en effet par une *moind*
tensité de la portion du champ de la lunette c
iste l'image de la lune, que le *contour* de cette
est aperçu. Si l'image était *plus intense* que le
du champ, la vision serait positive." **Arago**
O. p. 384. (Vergl. auch über diesen Gegenstand
mos Buch III. S. 413 und Anm. *).

¶) **Kosmos** Buch III. S. 529–531.

rothe, vielgestaltete Dampfsäulen und Wolken in der dritten Sonnen-Umhüllung darbietet.

Merkur.

Wenn man sich erinnert, wie viel seit den frühesten Zeiten die Aegypter *) sich mit dem Merkur (Set—Horus) und die Inder mit ihrem Budha †) beschäftigt haben; wie unter dem heiteren Himmel von West-Arabien der Sterndienst in dem Stamme der Asediten ‡) ausschließlich auf den Merkur gerichtet war; ja wie Ptolemäus im 9ten Buche des Almagest 14 Beobachtungen dieses Planeten benutzen konnte, die bis 261 Jahre vor unserer Zeitrechnung hinaufreichen und theilweise den Chaldäern ‖) gehören: so ist man allerdings verwundert, daß Copernicus, welcher das siebzigste Jahr erreicht hat, sich auf seinem Sterbebette beklagte, so viel er sich bemühet, den Merkur nie gesehen zu haben. Doch bezeichneten die Griechen ¶) mit Recht diesen Planeten wegen seines bisweilen so intensiven Lichts mit dem Namen des stark funkelnden (στίλβων). Er bietet Phasen (wechselnde Lichtgestalten) dar wie Venus, und erscheint uns auch wie diese als Morgen- und Abendstern.

Merkur ist in seiner mittleren Entfernung wenig über 8 Millionen geographischer Meilen von der Sonne entfernt, genau 0,3870938 Theile des mittleren Abstandes der Erde von der Sonne. Wegen der starken Excentricität seiner Bahn (0,2056163) wird die Entfernung des Merkur von der Sonne im Perihel $6^1/_4$, im Aphel 10 Millionen Meilen. Er vollführt seinen Umlauf um die Sonne in 87 mittleren Erdentagen und 23^{St} 15′ 46″. Durch die, wenig sichere Beobachtung der Gestalt von dem südlichen Horn der Sichel und durch Auffindung eines dunkeln Streifens, welcher gegen Osten am schwärzesten war, haben Schröter und Harding die Rotation zu 24^{St} 5′ geschätzt.

Nach Bessel's Bestimmungen bei Gelegenheit des Merkur-Durchganges vom 5. Mai 1832 beträgt der wahre Durchmesser 671 geogr. Meilen **), d. i. 0,391 Theile des Erd-Durchmessers.

Die Masse des Merkur war von Lagrange nach sehr gewagten Voraussetzungen über die Reciprocität des Verhältnisses der Dichtigkeiten und Abstände bestimmt worden. Durch den Encke'schen Cometen von kurzer Umlaufszeit wurde zuerst ein Mittel gegeben, dieses wichtige Element zu verbessern. Die Masse des Planeten wird von Encke als $\frac{1}{4865751}$ der Sonnenmasse oder etwa $\frac{1}{13,7}$ der Erdmasse gesetzt. Laplace gab ††) für die Masse des Merkur nach Lagrange $\frac{1}{2025810}$ an, aber die wahre Masse ist nur etwa $\frac{5}{12}$ von der Lagrange'schen. Es wird durch diese Verbesserung auch zugleich die vorige hypothetische Angabe von der schnellen Zunahme der Dichtigkeit mit Annäherung eines Planeten an die Sonne widerlegt. Wenn man mit Hansen den körperlichen Inhalt des Merkur zu $\frac{6}{100}$ der Erde annimmt, so folgt daraus die Dichtigkeit des Merkur nur als 1,22. „Diese Bestimmungen," setzt mein Freund, der Urheber derselben, hinzu, „sind nur als erste Versuche zu betrachten, die sich indessen der Wahrheit weit mehr nähern als die Laplacische Annahme." Die Dichtig-

---

*) Lepsius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 92–96.

†) Kosmos Buch III. S. 544 Anm. ‡).

‡) A. a. O. Bd. II. S. 306.

‖) Lalande in den Mém. de l'Acad. des Sciences pour 1766 p. 498; Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 320.

¶) Kosmos Buch III. S. 544.

**) Bei dem Merkur-Durchgange vom 4. Mai 1832 fanden Mädler und Wilhelm Beer (Beiträge zur phys. Kenntniß der himmlischen Körper 1841 S. 145) den Durchmesser des Merkur 583 Meilen; aber in der Ausgabe der Astronomie von 1849 hat Mädler das Bessel'sche Resultat vorgezogen.

††) Laplace, Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 209. Der berühmte Verfasser gesteht aber selbst, daß zur Bestimmung der Mercurmasse er sich gegründet habe auf die „hypothèse très précaire qui suppose les densités de Mercure et de la Terre réciproques à leur moyenne distance du Soleil." — Ich habe weder der 58000 Fuß hohen Bergzüge auf der Merkurscheibe, die Schröter gemessen haben will, und die schon Kaiser (Sternenhimmel 1850 § 57) bezweifelt, noch der von Lemonnier und Messier (Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18ème siècle p. 222) behaupteten Sichtbarkeit einer Merkur-Atmosphäre, während der Durchgänge vor der Sonne; noch der vorübergehenden Wolkenzüge und Oberflächen-Verdunkelung auf dem Planeten erwähnen mögen. Bei dem Durchgange, den ich in Peru am 8. November 1802 beobachtete, bin ich sehr auf die Schärfe des Umrisses des Planeten während des Austritts aufmerksam gewesen, habe aber nichts von einer Umhüllung bemerkt.

keit des Merkur wurde vor 10 Jahren noch fast dreimal größer als die Dichte der Erde angenommen: zu 2,56 oder 2,94, wenn die Erde = 1,00.

Venus.

Die mittlere Entfernung derselben von der Sonne ist 0,7233317 in Theilen der Entfernung der Erde von der Sonne, d. i. 15 Millionen geogr. Meilen. Die siderische und wahre Umlaufszeit der Venus ist 224 Tage $16^{St}\ 49'\ 7''$. Kein Hauptplanet kommt der Erde so nahe als Venus: sie kann sich uns bis $5^1/_4$ Millionen Meilen nähern, aber auch von uns auf 36 Millionen Meilen entfernen; daher die große Veränderlichkeit des scheinbaren Durchmessers, welcher keinesweges allein die Stärke des Glanzes bestimmt *). Die Excentricität der Venusbahn ist nur 0,00686182: wie immer, in Theilen der halben großen Axe ausgedrückt. Der Durchmesser des Planeten beträgt 1694 geogr. Meilen; die Masse $\frac{1}{401839}$, der körperliche Inhalt 0,957 und die Dichtigkeit 0,94 in Vergleichung zur Erde.

Von den, durch Kepler nach seinen Rudolphinischen Tafeln zuerst verkündigten Durchgängen der zwei unteren Planeten ist der der Venus, wegen Bestimmung der Sonnen-Parallaxe und daraus hergeleiteter Entfernung der Erde von der Sonne, von der größten Wichtigkeit für die Theorie des ganzen Planetensystems. Nach Encke's erschöpfender Untersuchung des Venus-Durchganges von 1769 ist die Parallaxe der Sonne 8″,57116 (Berliner Jahrbuch für 1852 S. 323). Eine neue Arbeit über die Sonnen-Parallare ist auf den Vorschlag eines ausgezeichneten Mathematikers, des Prof. Gerling zu Marburg, auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika seit 1849 unternommen worden. Es soll die Parallare durch Beobachtungen der Venus in der Nähe des östlichen und westlichen Stillstandes, wie durch Micrometer-Messungen der Differenzen in Rectascension und Declination von wohlbestimmten Firsternen, in bedeutenden Längen- und Breiten-Unterschieden, erlangt werden (Schum. Astr. Nachr. No. 599 S. 363 und No. 613 S. 193). Die astronomische Expedition unter Befehl des kenntnißvollen Lieutenants Gilliß hat sich nach Santiago de Chile begeben.

Die Rotation der Venus ist lange vielen Zweifeln unterworfen gewesen. Dominique Cassini 1669 und Jacques Cassini 1732 fanden sie $23^{St}\ 20'$, während Bianchini †) in Rom 1726 die langsame Rotation von 24 $^1/_3$ Tagen annahm. Genauere Beobachtungen von de Vico in den Jahren 1840 bis 1842 geben durch eine große Anzahl von Venusflecken im Mittel $23^{St}\ 21'\ 21''$,93.

Diese Flecken, an der Grenze der Scheidung zwischen Licht und Schatten in der sichelförmigen Venus, erscheinen selten, sind schwach und meist veränderlich: so daß beide Herschel, Vater und Sohn, glauben, daß sie nicht der festen Oberfläche des Planeten, sondern wahrscheinlicher einer Venus-Atmosphäre ‡) angehören. Die veränderliche Gestalt der

---

*) „Der Ort der Venusbahn, in welchem der Planet uns in dem hellsten Lichte erscheinen kann, so daß er selbst mit unbewaffnetem Auge am Mittag zu sehen ist, liegt zwischen der unteren Conjunction und der größten Digression, nahe bei der letzten, nahe dem Abstande von 40° von der Sonne oder von dem Orte der unteren Conjunction. Im Mittel erscheint Venus in ihrem schönsten Lichte, 40° östlich und westlich von der Sonne entfernt, wenn ihr scheinbarer Durchmesser, welcher in der unteren Conjunction bis auf 66″ anwachsen kann, nur etwa 40″ hat, und wenn die größte Breite ihrer beleuchteten Phase kaum 10″ mißt. Die Erdnähe giebt dann der schmalen Lichtsichel ein so intensives Licht, daß sie in der Abwesenheit der Sonne Schatten wirft." Littrow, theorische Astronomie 1834 Th. II. S. 68. — Ob Copernicus die Nothwendigkeit einer künftigen Entdekkung von Venus-Phasen vorher verkündigt hat, wie in Smith's Optics, Sect. 1050, und in vielen anderen Schriften wiederholt behauptet wird, ist neuerlichst durch Professor de Morgan's genauere Untersuchung von dem Werke de Revolutionibus, wie es auf uns gekommen, überaus zweifelhaft geworden. S. den Brief von Adams an Rev. R. Main vom 7. Sept. 1846 in Rep. of the Royal Astron. Soc. Vol. VII. No. 9 p. 142. (Vergl. auch Kosmos Buch II. S. 366).

†) Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 256–258. Das Resultat von Bianchini ist vertheidigt worden von Hussey und Flaugergues; auch Hansen, dessen Autorität mit Recht so groß ist, hielt es bis 1836 für das wahrscheinlichere (Schumacher's Jahrb. für 1837 S. 90).

‡) Arago über die Lilienthaler merkwürdige Beobachtung des 12. Aug. 1790 im Annuaire pour 1842 p. 539. („Ce qui favorise aussi la probabilité de l'existence d'une atmosphère qui enveloppe Vénus, c'est le résultat optique obtenu par l'emploi d'une lunette prismatique. L'intensité de la lumière de l'intérieur du croissant est sensiblement plus faible que celle des points situés dans la partie circulaire du disque de la planète." Arago, Handschriften von 1847.)

Hörner, besonders des südlichen, an der Sichel, ist von La Hire, Schröter und Mädler theils zu Schätzung der Höhe von Bergen, theils und vorzüglich zur Bestimmung der Rotation benutzt worden. Die Erscheinungen dieser Veränderlichkeit sind von der Art, daß sie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern von 5 geogr. Meilen (114000 Fuß), wie sie Schröter zu Lilienthal angab, sondern nur Höhen, wie sie unser Planet in beiden Continenten darbietet*). Bei dem Wenigen, das wir von dem Oberflächen-Ansehen und der physischen Beschaffenheit der sonnennahen Planeten, Merkur und Venus, wissen, bleibt auch die von Christian Mayer, William Herschel†) und Harding in dem dunklen Theile bisweilen beobachtete Erscheinung eines aschfarbenen Lichtes, ja eines eigenthümlichen Lichtprocesses überaus räthselhaft. Es ist bei so großer Ferne nicht wahrscheinlich, daß das reflectirte Erdlicht in der Venus, wie bei unserem Monde, eine aschfarbige Erleuchtung auf der Venus hervorbringe. In den Scheiben beider unteren Planeten, Merkur und Venus, ist bisher noch keine Abplattung bemerkt worden.

Erde.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne ist 12032mal größer als der Durchmesser der Erde: also 20682000 geogr. Meilen, ungewiß auf etwa 90000 Meilen (auf $\frac{1}{230}$). Der siderische Umlauf der Erde um die Sonne ist 365^{T} 6St 9′ 10″,7496. Die Excentricität der Erdbahn beträgt 0,01679226, die Masse $\frac{1}{359551}$; die Dichtigkeit im Verhältniß zum Wasser 5,44. Bessel's Untersuchung von 10 Gradmessungen gab eine Erd-Abplattung von $\frac{1}{299,153}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen, zu 3807,23 Toisen, und die Aequatorial- und Polar-Durchmesser zu 1718,9 und 1713,1 geogr. Meilen (Kosmos Buch I. S. 84 Anm. *). Wir beschränken uns hier auf numerische Angaben von Gestalt und Bewegungen; alles, was sich auf die physische Beschaffenheit der Erde bezieht, bleibt dem letzten, tellurischen Theile des Kosmos vorbehalten.

Mond der Erde.

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 51800 geogr. Meilen; siderische Umlaufszeit 27 Tage 7St 43′ 11″,5; Excentricität der Mondbahn 0,0548442; Durchmesser des Mondes 454 geogr. Meilen, nahe $\frac{1}{4}$ des Erd-Durchmessers; körperlicher Inhalt $\frac{1}{54}$ des körperlichen Inhalts der Erde; Masse des Mondes nach Lindenau $\frac{1}{87,73}$ (nach Peters und Schidloffsky $\frac{1}{81}$) der Masse der Erde; Dichtigkeit 0,619 (also fast $\frac{3}{5}$) der Dichtigkeit der Erde. Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung, aber eine äußerst geringe, durch die Theorie bestimmte, Verlängerung (Anschwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um seine Achse wird vollkommen genau (und das ist wahrscheinlich der Fall bei allen anderen Nebenplaneten) in derselben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft.

Das von der Mondfläche reflectirte Sonnenlicht ist unter allen Zonen schwächer als das Sonnenlicht, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Wenn man zu geographischen Längen-Bestimmungen oft Abstände des Mondes von der Sonne nehmen muß, ist es nicht selten schwer, die Mondscheibe zwischen den licht-intensiveren Haufenwolken zu erkennen. Auf Berghöhen, die zwischen zwölf- und sechzehntausend Fuß hoch liegen, da wo bei heiterer Bergluft nur federartiger Cirrus am Himmelsgewölbe zu sehen ist, wurde mir das Aufsuchen der Mondscheibe um vieles leichter, weil der Cirrus seiner lockeren Beschaffenheit nach weniger Sonnenlicht reflectirt und das Mondlicht auf seinem Wege durch dünne Luftschichten minder geschwächt ist. Das Verhältniß der Lichtstärke der Sonne zu

*) Wilhelm Beer und Mädler, Beiträge zur physischen Kenntniß der himmlischen Körper S. 148. Der sogenannte Venusmond, den Fontana, Dominicus Cassini und Short wollen erkannt haben, für den Lambert Tafeln berechnete, und der in Crefeld (Berliner Jahrbuch 1778 S. 186) volle 3 Stunden nach dem Austritt der Venus in dem Mittelpunkt der Sonnenscheibe soll gesehen worden sein; gehört zu den astronomischen Mythen einer unkritischen Zeit.

†) Philos. Transact. 1795 Vol. 86 p. 214.

der des Vollmondes verdient eine neue Untersuchung, da Bouguer's, überall angen
Bestimmung (1/300000) so auffallend von der, freilich unwahrscheinlicheren, Wollaston's (1/
abweicht *).

Das gelbe Mondlicht erscheint bei Tage weiß, weil die blauen Luftschichten, durch w
wir es sehen, die Complementar-Farbe zum Gelb darbieten †). Nach den vielfachen B
achtungen, die Arago mit seinem Polariscop angestellt, ist in dem Mondlichte polarisi
tes Licht enthalten: am deutlichsten im ersten Viertel und in den grauen Mondfl
z. B. in der großen, dunklen, bisweilen etwas grünlichen, Wallebene des sogenannten M
Crisium. Solche Wallebenen sind meist mit Bergadern durchzogen, deren polyedrische G
stalt diejenigen Inclinations-Winkel der Flächen darbietet, welche zur Polarisation d
reflectirten Sonnenlichts erforderlich sind. Der dunkle Farbenton der Umgegend sch
dazu durch Contrast die Erscheinung noch bemerkbarer zu machen. Was den leuchten
Centralberg der Gruppe Aristarch betrifft, an dem man mehrmals thätigen Vulcanism
zu bemerken wähnte, so hat derselbe keine stärkere Polarisation des Lichts gezeigt als and
Mondtheile. In dem Vollmond wird keine Beimischung von polarisirtem Lichte bemerk
aber während einer totalen Mondfinsterniß (31. Mai 1848) hat Arago in der roth ge
wordenen Mondscheibe (einem Phänomen, von dem wir weiter unten sprechen werden) un
zweifelhafte Zeichen von Polarisation wahrgenommen (Comptes rendus T. XVIII. p. 1119).

Daß das Mondlicht wärmeerzeugend ist, gehört, wie so viele andere meines berühm
ten Freundes Melloni, zu den wichtigsten und überraschendsten Entdeckungen unseres Jah
hunderts. Nach vielen vergeblichen Versuchen, von La Hire an bis zu denen des scharf
sinnigen Forbes ‡), ist es Melloni geglückt, mittelst einer Linse (lentille à échelons) von
drei Fuß Durchmesser, die für das meteorologische Institut am Vesuv-Kegel bestimmt war,
bei verschiedenen Wechseln des Mondes die befriedigendsten Resultate der Temperatur-
Erhöhung zu beobachten. Moïsetti-Lavagna und Belli, Professoren der Universitäten Pisa
und Pavia, waren Zeugen dieser Versuche, die nach Maßgabe des Alters und der Höhe
des Mondes verschieden ausfielen. Wie viel die Quantität der Temperatur-Erhöhung,
welche Melloni's thermoscopische Säule erzeugte, in Bruchtheilen eines hunderttheiligen
Thermometergrades ausgedrückt, betrage, wurde damals (Sommer 1846) noch nicht er-
gründet ¶).

Das aschgraue Licht, in welchem ein Theil der Mondscheibe leuchtet, wenn einige Tage
vor oder nach dem Neumonde sie nur eine schmale, von der Sonne erleuchtete Sichel dar-

---

*) Kosmos Bd. III. S. 432 und Anm. ¶).

†) „La lumière de la lune est jaune, tandis que celle de Vénus est blanche. Pendant le jour la lune paraît blanche, parce qu'à la lumière du disque lunaire se mêle la lumière bleue de cette partie de l'atmosphère que la lumière jaune de la lune traverse." Arago in Handschr. von 1847. Die am meisten brechbaren Farben im Spectrum, von Blau bis Violett, ergänzen sich, Weiß zu bilden, mit den weniger brechbaren, von Roth bis Grün. (Kosmos Bd. III. S. 497 Anm. ¶).

‡) Forbes on the refraction and polarisation of Heat in den Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XIII. 1836 p. 131.

¶) Lettre de Mr. Melloni à Mr. Arago sur la puissance calorifique de la lumière de la Lune in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 541–544. Vergl. auch wegen der historischen Angaben den Jahresbericht der physikalischen Gesellschaft zu Berlin Bd. II. S. 272. — Merkwürdig genug hat es mir immer geschienen, daß von den frühesten Zeiten her, wo Wärme nur durch das Gefühl bestimmt wurde, der Mond zuerst die Idee erregt hat, daß Licht und Wärme getrennt gefunden werden könnten. Bei den Indern heißt im Sanskrit der Mond als König der Sterne der kalte (sitala, hima), auch der kaltstrahlende (himâṅsu), während die Sonne mit ihren Strahlenhänden ein Schöpfer der Wärme (nidâghakara) heißt. Die Flecken des Mondes, in denen westliche Völker ein Gesicht zu erkennen glauben, stellen nach indischer Ansicht ein Reh oder einen Hasen vor: daher die Sanskritnamen des Mondes Rehträger (mrigadhara) oder Hasenträger (sa'sabhrit). Schütz, fünf Gesänge des Bhatti-Kâvya 1837 S. 19–23. — Bei den Griechen wird geklagt (Plutarch in dem Gespräche de facie quae in orbe Lunae apparet. Moralia ed. Wyttenbach T. IV. Oxon. 1797 p. 793): „daß das Sonnenlicht, von dem Monde reflectirt, alle Wärme verliere, so daß uns nur schwache Reste davon überkommen." In Macrobius (Comm. in Somnium Scip. I, 19 ed. Lud. Janus 1848 p. 105) heißt es: „Luna speculi instar lumen quo illustratur . . . . . rursus emittit, nullum tamen ad nos perferentem sensum caloris: quia lucis radius, cum ad nos de origine sua, id est de Sole, pervenit, naturam secum ignis de quo nascitur devehit: cum vero in lunae corpus infunditur et inde resplendet, solam refundit claritatem, non calorem." (Eben so Macrob. Saturnal. lib. VII cap. 16, ed. Bip. T. II. p. 277.)

b
d
s

leitet, ist **Erdenlicht im Monde**, „der Wiederschein eines Wiederscheins." Je weniger der Mond für die Erde erleuchtet erscheint, desto mehr ist erleuchtend die Erde für den Mond. Unser Planet bescheint aber den Mond 13½mal stärker, als der Mond seinerseits ihn erleuchtet; und dieser Schein ist hell genug, um durch abermalige Reflexion von uns wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterscheidet in dem aschgrauen Lichte die größeren Flecken, und einzelne hellglänzende Punkte, Berggipfel in den Mondlandschaften; ja selbst dann noch einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe schon etwas über die Hälfte erleuchtet ist*). Zwischen den Wendekreisen und auf den hohen Bergebenen von Quito und Mexico werden diese Erscheinungen besonders auffallend. Seit Lambert und Schröter ist die Meinung herrschend geworden, daß die so verschiedene Intensität des aschgrauen Lichtes des Mondes von dem stärkeren oder schwächeren Reflex des Sonnenlichts herrührt, das auf die Erdkugel fällt: je nachdem dasselbe von zusammenhangenden Continental-Massen voll Sandwüsten, Grassteppen, tropischer Waldung und öden Felsbodens; oder von großen oceanischen Flächen zurückgeworfen wird. Lambert hat in einem lichtvollen Cometensucher (14. Februar 1774) die merkwürdige Beobachtung einer Veränderung des aschfarbenen Mondlichtes in eine olivengrüne, etwas ins Gelbe spielende Farbe gemacht. „Der Mond, der damals senkrecht über dem atlantischen Meere stand, erhielt in seiner Nachtseite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden †) von Südamerika zusendeten."

Der meteorologische Zustand unserer Atmosphäre modificirt diese Intensitäten des Erdlichts, welches den zwiefachen Weg von der Erde zum Monde und vom Monde zu unserem Auge zurücklegen muß. „So werden wir," wie Arago ‡) bemerkt, „wenn einst besser photometrische Instrumente anzuwenden sind, in dem Monde gleichsam den mittleren Zustand der Diaphanität unserer Atmosphäre lesen können." Die erste richtige Erklärung von der Natur des aschfarbenen Lichts des Mondes schreibt Kepler (ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 254) seinem, von ihm hoch verehrten Lehrer Mästlin zu, welcher dieselbe 1596 in den zu Tübingen öffentlich vertheidigten Thesen vorgetragen hatte. Galilei sprach (Sidereus Nuncius p. 26) von dem reflectirten Erdlichte als von einer Sache, die er seit mehreren Jahren selbst aufgefunden; aber hundert Jahre vor Kepler und Galilei war die Erklärung des uns sichtbaren Erdlichts im Monde dem allesumfassenden Genie des Leonardo da Vinci nicht entgangen. Seine lange vergessenen Manuscripte lieferten den Beweis davon ||).

Bei den totalen Mondfinsternissen verschwindet der Mond in überaus seltenen Fällen gänzlich; so verschwand er nach Kepler's frühester Beobachtung ¶) am 9. December 1601; und in neuester Zeit, ohne selbst durch Fernröhre aufgefunden zu werden, am 10. Juni

---

*) Mädler, Astr. § 112.

†) S. Lambert sur la lumière cendrée de la Lune in den Mém. de l'Acad. de Berlin Année 1773 p. 46: „la Terre, vue des planètes, pourra paroître d'une lumière verdâtre, à peu près comme Mars nous paroît d'une couleur rougeâtre." Wir wollen darum nicht mit dem scharfsinnigen Manne die Vermuthung aufstellen, daß der Planet Mars mit einer rothen Vegetation, wie mit rosenrothen Gebüschen der Bougainvillaea (Humboldt, Ansichten der Natur Bd. II. S. 334) bedeckt sei. — „Wenn in Mittel-Europa der Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgenstunden am Osthimmel steht, so erhält er das Erdlicht hauptsächlich von den großen Plateau-Flächen Asiens und Afrikas. Steht der Mond aber nach dem Neumonde Abends in Westen, so kann er nur den Reflex von dem schmaleren amerikanischen Continent und hauptsächlich von dem weiten Oceane in geringerer Menge empfangen." Wilhelm Beer und Mädler, der Mond nach seinen kosmischen Verhältnissen § 106 S. 152.

‡) Séance de l'Académie des Sciences le 5 Août 1833: „Mr. Arago signale la comparaison de l'intensité lumineuse de la portion de la lune que les rayons solaires éclairent directement, avec celle de la partie du même astre qui reçoit seulement les rayons réfléchis par la terre. Il croit d'après les expériences qu'il a déjà tentées à cet égard, qu'on pourra, avec des instrumens perfectionnés, saisir dans la *lumière cendrée* les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible, malgré tout ce qu'un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'oeil, qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la lune des notions précieuses sur *l'état moyen* de diaphanité de l'atmosphère terrestre, dans les hémisphères, qui successivement concourent à la production de la lumière cendrée."

||) Venturi, Essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci 1797 p. 11.

¶) Kepler, Paralip. vel Astronomiae pars optica 1604 p. 297.

1816 zu London. Ein eigener, nicht genugsam ergründeter Diaphanitäts-Zustand einzelner Schichten unserer Atmosphäre muß die Ursach dieser so seltenen als sonderbaren Erscheinung sein. Hevelius bemerkt ausdrücklich, daß in einer totalen Finsterniß (am 25. April 1642) der Himmel bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen bedeckt war, und doch in den verschiedensten Vergrößerungen, die er anwandte, die Mondscheibe spurlos verschwunden blieb. In anderen, ebenfalls sehr seltenen Fällen werden nur einzelne Theile des Mondes schwach sichtbar. Gewöhnlich sieht man die Scheibe während einer totalen Verfinsterung roth, und zwar in allen Graden der Intensität der Farbe, ja, wenn der Mond weit von der Erde entfernt ist, bis in das Feuerrothe und Glühende übergehend. Während ich, vor einem halben Jahrhunderte (29. März 1801), vor Anker an der Insel Baru unfern Cartagena de Indias lag und eine Total-Finsterniß beobachtete, war es mir überaus auffallend, wie viel leuchtender die rothe Mondscheibe unter dem Tropenhimmel erscheint als in meinem nördlichen Vaterlande*). Das ganze Phänomen ist bekanntlich eine Folge der Strahlenbrechung; da, wie Kepler sich sehr richtig ausdrückt (Paralip., Astron. pars optica p. 893), die Sonnenstrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmosphäre der Erde inflectirt†) und in den Schattenkegel geworfen werden. Die geröthete oder glühende Scheibe ist übrigens nie gleichförmig farbig. Einige Stellen zeigen sich immer dunkler und dabei fortschreitend farbeändernd. Die Griechen hatten sich eine eigene, wundersame Theorie gebildet über die verschiedenen Farben, welche der verfinsterte Mond zeigen soll, je nachdem die Finsterniß zu anderen Stunden eintritt‡).

In dem langen Streite über die Wahrscheinlichkeit oder Unwahrscheinlichkeit einer atmosphärischen Umhüllung des Mondes haben genaue Occultations-Beobachtungen erwiesen, daß keine Strahlenbrechung am Mondrande statt hat, und daß sich demnach die Schröter'schen Annahmen||) einer Mond-Atmosphäre und Mond-Dämmerung widerlegt finden. „Die Vergleichung der beiden Werthe des Mond-Halbmessers, welche man einerseits aus direkter Messung, andererseits aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixstern während der Bedeckung ableiten kann, lehrt, daß das Licht eines Fixsterns in dem Augenblick, in welchem letzterer den Mondrand berührt, nicht für uns merklich von seiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Wäre eine Strahlenbrechung am Rand des Mon-

*) „On conçoit, que la vivacité de la lumière rouge ne dépend pas uniquement de l'état de l'atmosphère, qui réfracte, plus ou moins affaiblis, les rayons solaires, en les infléchissant dans le cône d'ombre, mais qu'elle est modifiée surtout par la transparence variable de la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous apercevons la lune éclipsée. Sous les Tropiques, une grande sérénité du ciel, une dissémination uniforme des vapeurs diminuent l'extinction de la lumière que le disque lunaire nous renvóie." Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 544 und Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 145. Arago bemerkt: „Les rayons solaires arrivent à notre satellite par l'effet d'une réfraction et à la suite d'une absorption dans les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre; pourraient-ils avoir une autre teinte que le rouge? (Annuaire pour 1842 p. 528.)

†) Babinet erklärt die Röthung für eine Folge der Diffraction in einer Notiz über den verschiedenen Antheil des weißen, blauen und rothen Lichtes, welches sich bei der Inflexion erzeugt; s. dessen Betrachtungen über die Totalfinsterniß des Mondes vom 19. März 1848 in Moigno's Répertoire d'Optique moderne 1850 T. IV. p. 1656. „La lumière diffractée qui pénètre dans l'ombre de la terre, prédomine toujours et même a été seule sensible. Elle est d'autant plus rouge ou orangée qu'elle se trouve plus près du centre de l'ombre géométrique; car ce sont les rayons les moins réfrangibles qui se propagent le plus abondamment par diffraction, à mesure qu'on s'éloigne de la propagation en ligne droite." Die Phänomene der Diffraction finden, nach den scharfsinnigen Untersuchungen von Magnus (bei Gelegenheit einer Discussion zwischen Airy und Faraday), auch im luftleeren Raume statt. Vergl. über die Erklärungen durch Diffraction im Allgemeinen Arago im Annuaire pour 1846 p. 452–455.

‡) Plutarch (de facie in orbe Lunae), Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 80–783: „Die feurige, kohlenartig glimmende (ἀνθρακοειδής) Farbe des verfinsterten Mondes (um die Mitternachtsstunde) ist, wie die Mathematiker behaupten, schon des Wechsels wegen von Schwarz in Roth und Bläulich, keineswegs als eine der erdigen Oberfläche des Planeten eigenthümliche Beschaffenheit zu betrachten. Auch Dio Cassius (LX, 26; ed. Sturz T. III. p. 779), der sich ausführlich mit den Mondfinsternissen überhaupt, und mit merkwürdigen Edicten des Kaisers Claudius, welche die Dimension des verfinsterten Theiles vorherverkündigten, viel beschäftigt, macht auf die so verschiedene Färbung des Mondes während der Conjunction aufmerksam. „Groß," sagt er (LXV, 11; T. IV. p. 185, Sturz), „ward die Verwirrung im Lager des Vitellius bei der in derselben Nacht eintretenden Finsterniß. Doch nicht sowohl die Finsterniß an sich, obgleich sie bei mangelnder Geistesruhe Unglück bedeutend erscheinen kann, als vielmehr der Umstand, daß der Mond in blutrother, schwarzer und anderen traurigen Farben spielte, erfüllte die Seele mit bangen Besorgnissen."

||) Schröter, selenotopographische Fragmente Th. I. 1791 S. 668, Th. II. 1802 S. 52.

des vorhanden, so müßte die zweite Bestimmung den Halbmesser um das Doppelte derselben kleiner ergeben als die erste, wogegen aber bei mehrfachen Versuchen beide Bestimmungen so nahe übereinkommen, daß man keinen entscheidenden Unterschied je hat auffinden können *)." Der Eintritt von Sternen, welcher sich besonders scharf am dunklen Rande beobachten läßt, erfolgt plötzlich und ohne allmälige Verminderung des Sternglanzes; eben so der Austritt oder das Wiedererscheinen. Bei den wenigen Ausnahmen, die angegeben werden, mag die Ursach in zufälligen Veränderungen unserer Atmosphäre gelegen haben.

Fehlt nun dem Erdmonde jede gasförmige Umhüllung, so steigen dort bei Mangel alles diffusen Lichtes die Gestirne an einem fast schwarzen Taghimmel empor †); keine Luftwelle kann dort tragen den Schall, den Gesang und die Rede. Es ist der Mond für unsere Phantasie, die so gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überschweift, eine lautlose Einöde.

Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Klebens) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes ‡) kann wohl nicht als Folge der Irradiation betrachtet werden, welche bei der schmalen Mondsichel, wegen einer so verschiedenen Intensität des Lichtes im aschfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, diesen allerdings als jenen umfassend dem Auge erscheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinsterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondscheibe während der Conjunction deutlichst kleben sehen. Ob überhaupt die hier berührte Erscheinung in der Empfindung und in physiologischen Ursachen ||), oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges ¶) gegründet sei, ist ein Gegenstand der Discussion zwischen Arago und Plateau geblieben. Die Fälle, in denen behauptet wird, daß man ein Verschwinden und Wiedererscheinen, und dann ein abermaliges Verschwinden bei einer Occultation gesehen habe, mögen wohl den Eintritt an einem zufällig durch Bergabfälle und tiefe Klüfte verunstalteten Mondrand bezeichnen.

Die großen Unterschiede des Licht-Reflexes in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondscheibe, und besonders der Mangel scharfer Abgrenzung in den Mondphasen an den inneren Rande gegen den aschfarbenen Theil hin, erzeugten in der frühesten Zeit schon einige verständige Ansichten über die Unebenheiten der Oberfläche unseres Satelliten. Plutarch in der kleinen, aber sehr merkwürdigen Schrift vom Gesicht im Monde sagt ausdrücklich: daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnden könne, „welche lange Schatten wie der Athos werfen, der mit dem seinigen Lemnos erreicht **)." Die Flecken bedecken ohngefähr 2/5 der ganzen Scheibe. Mit bloßen Augen

---

*) Bessel über eine angenommene Atmosphäre des Mondes, in Schumacher's Astron. Nachr. No. 263 S. 416–420. Vergl. auch Beer und Mädler, der Mond § 83 und 107, S. 133 und 153; wie Arago im Annuaire pour 1846 p. 346–353. Der so oft angeführte, von dem besseren oder schlechteren Erkennen kleiner Oberflächen-Gestaltungen hergenommene Beweis der Wirklichkeit einer Mondluft, und „der in den Thälern umherziehenden Mondnebel" ist der unhaltbarste von allen, wegen der stets wechselnden Beschaffenheit (Verdunkelung und Erhellung) der oberen Schichten unserer eignen Atmosphäre. Betrachtungen über die Gestalt des einen Mondhornes bei der Sonnenfinsterniß am 5. Sept. 1793 hatten William Herschel auch schon gegen die Annahme einer Mond-Atmosphäre entscheiden lassen (Philos. Transact. Vol. LXXXIV, p. 167).

†) Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 188.

‡) Sir John Herschel (Outlines p. 247) macht aufmerksam auf den Eintritt von solchen Doppelsternen, die wegen zu großer Nähe der Individuen, aus denen sie bestehen, nicht im Fernrohr getrennt werden können.

||) Plateau sur l'Irradiation, in den Mém. de l'Acad. royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles T. XI. p. 142, und Ergänzungsband zu Poggendorff's Annalen 1842 S. 79–128, 193–232 und 405–443. „Die wahrscheinliche Ursach der Irradiation ist ein durch das Licht erregter Reiz, welcher sich auf der Netzhaut ein wenig über den Umriß des Bildes fortpflanzt."

¶) Arago in den Comptes rendus T. VIII. 1839 p. 713 und 883. „Les phénomènes d'irradiation signalés par Mr. Plateau sont regardés par Mr. Arago comme les effets des aberrations de réfrangibilité et de sphéricité de l'oeil, combinés avec l'indistinction de la vision, conséquence des circonstances dans lesquelles les observateurs se sont placés. Des mesures exactes prises sur les disques noirs à fond blanc et des disques blancs à fond noir, qui étaient placés au Palais du Luxembourg, visibles à l'Observatoire, n'ont pas indiqué les effets de l'irradiation."

**) Plut. Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 786–789. Der Schatten des Athos, welchen auch der Reisende Pierre Belon gesehen (Observations de singularités trouvées en Grèce, Asie etc. 1554, livre I chap. 25), traf die eherne Kuh auf dem Marktplatze der Stadt Myrine auf Lemnos.

sind unter günstigen Verhältnissen in der Stellung des Mondes bei der Heiterkeit unserer Atmosphäre erkennbar: der Rücken des Hochlandes der Apenninen, die dunkle Wallebene Grimaldi, das abgeschlossene Mare Crisium, der von vielen Bergrücken und Kratern umdrängte Tycho*). Nicht ohne Wahrscheinlichkeit ist behauptet worden, daß es besonders der Anblick der Apenninen-Kette gewesen sei, welcher die Griechen veranlaßt habe die Mondflecken für Berge zu halten und dabei, wie eben bemerkt, des Schattens des Athos zu gedenken, welcher in den Solstitien die eherne Kuh auf Lemnos erreichte. Eine andere, sehr phantastische Meinung über die Mondflecken war die, von Plutarch bestrittene, des Agesianar, nach welcher die Mondscheibe, gleich einem Spiegel, die Gestalt und Umrisse unserer Continente und des äußeren (atlantischen) Meeres uns catoptrisch wiedergeben solle. Eine ganz ähnliche Meinung scheint in Vorder-Asien sich als Volksglaube noch erhalten zu haben †).

Durch die sorgfältige Anwendung großer Fernröhre ist es allmälig gelungen eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topographie des Mondes zu entwerfen; und da in der Opposition die halbe Seite des Erd-Satelliten sich ganz und auf einmal unseren Forschungen darstellt, so wissen wir von dem allgemeinen und bloß figürlichen Zusammenhange der Berggruppen im Monde mehr als von der Orographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Asien enthaltenden Erdhälfte. Der Regel nach sind die dunkleren Theile der Scheibe die flächeren und niederen; die hellen, viel Sonnenlicht reflectirenden Theile die höheren und gebirgigen. Kepler's alte Bezeichnung beider als Meer und Land ist aber längst aufgegeben; und es wurde schon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn verbreiteten Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegensatzes bezweifelt. Als mit der Anwesenheit von Wasserflächen streitend wird hauptsächlich der Umstand angeführt, daß in den sogenannten Meeren des Mondes die kleinsten Theile sich bei genauer Untersuchung und sehr verschiedener Beleuchtung als völlig uneben, als polyedrisch und eben deshalb viel polarisirtes Licht gebend erweisen. Arago hat gegen die Gründe welche von den Unebenheiten hergenommen sind, erinnert: daß einige dieser Flächen trotz der Unebenheiten doch einem mit Wasser bedeckten, nicht allzu tiefen Meeresboden zugehören könnten, da auf unserem Planeten der unebene, klippenvolle Boden des Oceans, von einer großen Höhe herab gesehen, (wegen des Uebergewichts des aus der Tiefe aufsteigenden Lichtes über die Intensität desjenigen, welches die Oberfläche des Meeres zurückstrahlt) deutlich gesehen werde (Annuaire du Bureau des Longit. pour 1836 p. 339 bis 343). In den bald erscheinenden Werken meines Freundes, seiner Astronomie und Pho-

---

*) Zeugnisse für die Sichtbarkeit dieser vier Gegenstände s. in Beer und Mädler, der Mond S. 241, 338, 191 und 290. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alles, was die Topographie der Mondfläche betrifft, aus dem vortrefflichen Werke meiner beiden Freunde entlehnt ist: von denen der zweite, Wilhelm Beer, uns nur zu früh entrissen wurde. Zur leichteren Orientirung ist das schöne Uebersichtsblatt zu empfehlen, welches Mädler 1837, also 3 Jahre nach der großen, aus 4 Blättern bestehenden Mondkarte, herausgegeben hat.

†) Plut. de facie in orbe Lunae p. 726–729 Wyttenb. Diese Stelle ist zugleich nicht ohne Interesse für die alte Geographie; s. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 145. Ueber andere Meinungen der Alten s. Anaragoras und Democritus in Plut. de plac. Philos. II, 25; Parmenides im Stob. p. 419, 453, 516 und 563 ed. Heeren; Schneider, Eclogae physicae Vol. I. p. 433–443. (Nach einer sehr merkwürdigen Stelle des Plutarch in dem Leben des Nicias cap. 42 hat Anaragoras selbst, der „den bergreichen Mond eine andere Erde" nennt, eine Zeichnung der Mondscheibe entworfen; vergl. auch Origines, Philosophumena cap. 8, ed. Mülleri 1851 p. 14.) — Ich war einst sehr verwundert, einen sehr gebildeten Perser aus Ispahan, welcher gewiß nie ein griechisches Buch gelesen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem großen Fernrohr zeigte, die im Text erwähnte Hypothese des Agesianar von der Spiegelung als eine in seinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. „Was wir dort im Monde sehen," sagte der Perser, „sind wir selbst; es ist die Karte unserer Erde." Einer der Interlocutoren des Plutarchischen Mond-Gespräches würde sich nicht anders ausgedrückt haben. — Wenn auf dem luft- und wasserleeren Monde Menschen als Bewohner gedacht werden könnten, so würde sich ihnen an dem fast schwarzen Tageshimmel in 14mal größerer Fläche, als die ist, welche uns der Vollmond zuwendet, die rotirende Erde mit ihren Flecken gleich einer Weltkarte, und zwar immer an derselben Stelle darbieten. Die stets wechselnden Verdeckungen und Trübungen unserer Atmosphäre würden aber dem geographischen Studium etwas hinderlich sein und die Umrisse der Continente verwischen. Vergl. Mädler's Astr. S. 169 und John Herschel, Outlines § 436.

tometrie, wird die wahrscheinliche Abwesenheit des Wassers auf unserem Satelliten aus anderen, hier nicht zu entwickelnden, optischen Gründen hergeleitet werden. Von den niederen Ebenen finden sich die größeren Flächen in dem nördlichen und östlichen Theile. Die meiste Ausdehnung (90000 geogr. Quadratmeilen) hat unter ihnen der, nicht scharf begrenzte Oceanus Procellarum. Mit dem Mare Imbrium (16000 Quadratmeilen), dem Mare Nubium und einigermaßen mit dem Mare Humorum in Verbindung stehend und inselförmige Berglandschaften (die Riphäen, Kepler, Copernicus und die Karpathen) umgebend: bildet dieser östliche, dunklere Theil der Mondscheibe den entschiedensten Gegensatz zu der lichtstrahlenderen südwestlichen Gegend, in welcher Berge an Berge gedrängt sind*). In der nordwestlichen Region zeigen sich zwei mehr geschlossene und isolirte Becken, das Mare Crisium (3000 Quadr. Meilen) und das Mare Tranquillitatis (5800 Q. M.).

Die Farbe dieser sogenannten Meere ist nicht bei allen die graue. Das Mare Crisium hat ein Grau mit Dunkelgrün vermischt, das Mare Serenitatis und Mare Humorum sind ebenfalls grün. Nahe bei dem hercynischen Gebirge zeigt dagegen die isolirte Umwallung Lichtenberg eine blaßröthliche Farbe, eben so Palus Somnii. Ringflächen ohne Centralberge haben meist eine dunkel stahlgraue, ins Bläuliche spielende Farbe. Die Ursachen dieser so verschiedenen Farbentöne des felsigen Erdreichs oder anderer lockerer Stoffe, die es bedecken, sind überaus räthselhaft. So wie nördlich vom Alpengebirge eine große Wallebene, Plato (bei Hevel Lacus niger major genannt), und noch mehr Grimaldi in der Aequatorial-Gegend und Endymion am nordwestlichen Rande, die drei dunkelsten Stellen der ganzen Mondscheibe sind; so ist Aristarch mit seinen in der Nachtseite bisweilen fast sternartig leuchtenden Punkten die hellste und glänzendste derselben. Alle diese Abwechselungen von Schatten und Licht afficiren eine iodirte Platte, und werden in Daguerreotypen unter starker Vergrößerung mit wunderbarer Treue dargestellt. Ich besitze selbst ein solches Mond-Lichtbild von zwei Zoll Durchmesser, in welchem man die sogenannten Meere und Ringgebirge deutlich erkennt; es ist von einem ausgezeichneten Künstler, Herrn Whipple zu Boston, angefertigt.

Wenn nun schon in einigen der Meere (Crisium, Serenitatis und Humorum) die Kreisform auffallend ist; so wiederholt sich dieselbe noch mehr, ja fast allgemein, in dem gebirgigen Theile der Mondscheibe: besonders in der Gestaltung der ungeheuren Gebirgsmassen, welche die südliche Halbkugel (vom Pole bis gegen den Aequator hin, wo die Masse in eine Spitze ausläuft) erfüllen. Viele der ringförmigen Erhebungen und Wallebenen (die größten haben nach Lohrmann über tausend Quadratmeilen) bilden zusammenhangende Reihen, und zwar in der Meridian-Richtung, zwischen 5° und 40° südlicher Breite†). Die nördliche Polargegend enthält vergleichungsweise nur in sehr geringem Maaße diese zusammengedrängten Bergringe. Sie bilden dagegen in dem westlichen Rande der nördlichen Halbkugel zwischen 20 und 50 Grad nördlicher Breite eine zusamhangende Guppe. Dem Nordpol selbst nahet sich bis auf wenige Grade das Mare Frigoris; und es bietet derselbe dadurch, wie der ganze ebene nordöstliche Raum, bloß einige isolirte ringförmige Berge (Plato, Mairan, Aristarch, Copernicus und Kepler) umschließend, einen großen Contrast mit dem ganz gebirgigen Südpol. An diesem glänzen hohe Gipfel, im eigentlichsten Sinne des Worts, ganze Lunationen hindurch in ewigem Lichte; es sind wahre Lichtinseln, die schon bei schwacher Vergrößerung erkannt werden‡).

Als Ausnahmen von diesem, auf dem Monde so allgemein herrschenden Typus kreis- und ringförmiger Gestaltung treten wirkliche Gebirgsketten fast in der Mitte der nörd-

*) Beer und Mädler S. 273.
†) Schumacher's Jahrb. für 1841 S. 270.
‡) Mädler, Astr. S. 166.

lichen Mondhälfte (Apenninen, Kaukasus und Alpen) auf. Sie ziehen sich von Süden gegen Norden, in einen flachen Bogen etwas westlich gekrümmt, durch fast 32 Breitengrade. Zahllose Bergrücken und zum Theil überaus spitze Gipfel drängen sich hier zusammen. Wenige Ringgebirge oder kraterartige Vertiefungen (Conon, Hadley, Callipus) sind eingemengt, und das Ganze gleicht mehr der Gestaltung unserer Bergketten auf der Erde. Die Mond-Alpen, welche an Höhe dem Kaukasus und den Apenninen des Mondes nachstehen, bieten ein wunderbar breites Querthal, das die Kette von SO gegen NW durchschneidet, dar. Es ist von Gipfeln umgeben, welche die Höhe des Pics von Teneriffa übertreffen.

Die relative Höhe der Erhebungen im Verhältniß zu den Durchmessern des Mondes und der Erde giebt das merkwürdige Resultat: daß, da bei dem 4mal kleineren Satelliten die höchsten Gipfel nur 600 Toisen niedriger als die der Erde sind, die Mondberge $\frac{1}{454}$, die Berge auf der Erde aber $\frac{1}{1481}$ des planetarischen Durchmessers betragen*). Unter den 1095 bereits gemessenen Höhenpunkten auf dem Monde finde ich 39 höher als den Montblanc (2462 Toisen) und 6 höher als 18000 Pariser Fuß. Die Messungen geschehen entweder durch Licht-Tangenten (durch Bestimmung des Abstandes der in der Nachtseite des Mondes als Lichtpunkte erleuchteten Berggipfel von der Lichtgrenze), oder durch Länge der Schatten. Der ersten Methode bediente sich schon Galilei, wie aus seinem Briefe an den Pater Grienberger über die Montuosità della Luna erhellt.

Nach Mädler's sorgfältigen Bergmessungen mittelst der Länge der Schatten sind die Culminationspunkte des Mondes in absteigender Folge am Südrande, dem Pole sehr nahe, Dörfel und Leibnitz, 3800 Toisen; das Ringgebirge Newton, wo ein Theil der tiefen Aushöhlung nie, weder von der Sonne noch von der Erdscheibe, beschienen wird, 3727 Toisen; Casatus östlich von Newton 3569 T.; Calippus in der Kaukasus-Kette 3190 T.; die Apenninen zwischen 2800 und 3000 T. Es muß hier bemerkt werden, daß bei dem gänzlichen Mangel einer allgemeinen Niveau-Linie (der Ebene gleichen Abstandes von dem Centrum eines Weltkörpers, wie uns auf unserem Planeten die Meeresfläche darbietet) die absoluten Höhen nicht streng unter einander zu vergleichen sind, da die hier gegebenen 6 numerischen Resultate eigentlich nur Unterschiede der Gipfel von den nächsten sie umgebenden Ebenen oder Tiefpunkten ausdrücken †). Auffallend ist es immer, daß Galilei die höchsten Mondgebirge ebenfalls „incirca miglia quatro," also ohngefähr 1 geogr. Meile (3800 T.), schätzte und sie nach dem Maaß seiner hypsometrischen Kenntnisse für höher hielt als alle Berge der Erde.

Eine überaus merkwürdige und räthselhafte Erscheinung, welche die Oberfläche unseres Satelliten darbietet, und welche nur optisch einen Licht-Reflex, nicht hypsometrisch eine Höhenverschiedenheit betrifft, sind die schmalen Lichtstreifen, die in schräger Beleuchtung verschwinden, im Vollmonde aber, ganz im Gegensatz mit den Mondflecken, als Strahlen-Systeme am sichtbarsten werden. Sie sind nicht Bergadern, werfen keinen Schatten, und laufen in gleicher Intensität des Lichtes aus den Ebenen bis zu Höhen von mehr als zwölftausend Fuß. Das ausgedehnteste dieser Strahlen-Systeme geht von Tycho aus, wo man mehr als hundert, meistens einige Meilen breite, Lichtstreifen unterscheiden kann. Aehnliche Systeme, welche den Aristarch, Kepler, Copernicus und die Karpathen umgeben, stehen fast alle in Zusammenhang unter einander. Es ist schwer, durch Analogien und Induction geleitet, zu ahnden, welche specielle Veränderung des

*) Höchster Gipfel des Himalaya und (bisher!) der ganzen Erde, Kinchin-junga, nach Waugh's neuerer Messung 4406 Toisen oder 28178 englische Fuß (1,16 einer geogr. Meile); höchster Gipfel der Mondberge nach Mädler 3800 Toisen (genau eine geogr. Meile); Durchmesser des Mondes 454, der der Erde 1718 geogr. Meilen: woraus folgt für den Mond $1/454$, für die Erde $1/1481$.

†) S. für die 6 Höhen, welche 3000 Toisen übersteigen, Beer und Mädler S. 99, 125, 234, 242, 330 und 331.

Bodens diese leuchtenden, von gewissen Ringgebirgen ausgehenden, bandartigen, lichtvollen Strahlen veranlaßt.

Der mehr erwähnte, auf der Mondscheibe fast überall herrschende Typus kreisförmiger Gestaltung (in den Wallebenen, die oft Centralberge umschließen; in den großen Ringgebirgen und ihren Kratern, deren in Bayer 22, in Albategnius 33 an einander gedrängt gezählt werden) mußte einen tiefen Denker wie Robert Hooke früh schon veranlassen eine solche Form der Reaction des Inneren des Mondkörpers gegen das Aeußere, „der Wirkung unterirdischer Feuer und elastischer, durchbrechender Dämpfe, ja einer Ebullition in aufbrechenden Blasen" zuzuschreiben. Versuche mit verdickten siedenden Kalk-Auflösungen schienen ihm seine Ansicht zu bestätigen; und die Umwallungen mit ihren Centralbergen wurden damals schon mit „den Formen des Aetna, des Pics von Teneriffa, des Hekla und der von Gage beschriebenen Vulkane von Mexico" verglichen *).

Den Galilei hatte, wie er selbst erzählt, eine ringförmige Wallebene des Mondes, wahrscheinlich ihrer Größe wegen, an die Gestaltung ganzer mit Bergen umgebener Länder erinnert. Ich habe eine Stelle aufgefunden †), in der er jene ringförmigen Wallebenen des Mondes mit dem großen geschlossenen Becken von Böhmen vergleicht. Mehrere der Wallebenen sind in der That nicht viel kleiner; denn sie haben einen Durchmesser von 25 bis 30 geogr. Meilen ‡). Dagegen überschreiten die eigentlichen Ringgebirge im Durchmesser kaum 2 bis 3 Meilen. Conon in den Apenninen hat deren 2; und ein Krater, welcher zu der leuchtenden Mondlandschaft des Aristarch gehört, soll in der Breite gar nur 300 Toisen Durchmesser darbieten, genau die Hälfte des von mir trigonometrisch gemessenen Kraters von Rucu-Pichincha im Hochlande von Quito.

Indem wir hier bei Vergleichungen mit uns wohlbekannten irdischen Naturerscheinungen und Größenverhältnissen verweilen, ist es nöthig zu bemerken, daß der größere Theil der Wallebenen und Ringgebirge des Mondes zunächst als Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erscheinungen im Sinne der Annahme von Leopold von Buch zu betrachten sind. Was wir nach europäischem Maaßstabe groß auf der Erde nennen: die Erhebungs-Krater von Rocca Monfina, Palma, Teneriffa und Santorin; verschwindet freilich gegen Ptolemäus, Hipparch und viele andere des Mondes. Palma giebt nur 3800, Santorin nach Cap. Graves neuer Messung 5200, Teneriffa höchstens 7600 Toisen Durchmesser: also nur 1/8 oder 1/6 der zwei eben genannten Erhebungs-Krater des Mondes. Die kleinen Krater des Pics von Teneriffa und Vesuvs (drei- bis vierhundert Fuß im Durchmesser) würden kaum durch Fernröhre gesehen werden können. Die bei weitem größere Zahl der Ringgebirge hat keinen Centralberg; und wo er sich findet, wird er als domförmig oder flach (Hevelius, Macrobius), nicht als Eruptions-Kegel mit Oeffnung, beschrieben ||). Der brennenden Vulkane, die man in der Nachtseite des Mondes gesehen haben will (4. Mai 1783); der Lichter-

*) Robert Hooke, Micrographia 1667 Obs. LX p. 242–246. „These seem to me to have been the effects of some motions within the body of the Moon, analogous to our Earthquakes, by the eruption of which, as it has thrown up a brim or ridge round about, higher than the ambient surface of the Moon, so has it left a hole or depression in the middle, proportionably lower." Hooke sagt von seinem Versuche mit boiling alabaster: daß „presently ceasing to boil, the whole surface will appear all over covered with small pits, exactly shap'd like these of the Moon. — The earthy part of the Moon has been undermin'd or heav'd up by eruptions of vapours, and thrown into the same kind of figured holes as the powder of Alabaster. It is not improbable also, that there may be generated, within the body of the Moon divers such kind of internal fires and heats, as may produce exhalations."

†) Kosmos Buch II. S. 352 Anm. *).

‡) Beer und Mädler S. 126. Ptolemäus hat 24, Alphons und Hipparch haben 19 Meilen Durchmesser.

||) Eine Ausnahme sollen machen Arzachel und Hercules: der erste mit einem Krater im Gipfel, der zweite mit einem Seitenkrater. Diese geognostisch wichtigen Punkte verdienen neue Untersuchung mit vollkommneren Instrumenten. (Schröter, selenotopographische Fragmente Th. II. tab. 44 und 68 fig. 23). Von Lavaströmen, die sich in tiefen Punkten anhäufen, ist bisher nie etwas erkannt worden. Die Strahlen, welche vom Aristoteles nach 3 Richtungen ausgehen, sind Hügelketten (Beer und Mädler S. 236).

scheinungen im Plato, welche Bianchini (16. Aug. 1725) und Short (22. April 1751) beobachteten: erwähnen wir hier nur in historischem Interesse, da die Quellen der Täuschung längst ergründet sind, und in dem lebhafteren Reflex des Erdenlichts liegen, welches gewisse Theile der Oberfläche unseres Planeten auf die aschfarbene Nachtseite des Mondes werfen*).

Man hat schon mehrmals und so gewiß mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß bei dem Mangel von Wasser auf dem Monde (auch die Rillen, sehr schmale, meist geradlinige Vertiefungen†), sind keine Flüsse) wir uns die Oberfläche desselben ohngefähr so beschaffen vorstellen müssen, wie es die Erde in ihrem primitiven, ältesten Zustande gewesen ist: als dieselbe noch unbedeckt war von muschelreichen Flözschichten, wie von Gerölle und Schuttland, das durch die fortschaffende Kraft der Ebbe und Fluth oder der Strömungen verbreitet worden ist. Sonnen- und Erdfluthen fehlen natürlich da, wo das flüssige Element mangelt; kaum schwache Ueberdeckungen von zerstörten Reibungs-Conglomeraten sind denkbar. In unseren, auf Spaltöffnungen gehobenen Bergketten fängt man allmälig auch an, partielle Gruppirungen von Höhen, gleichsam eiförmige Becken bildend, hier und da zu erkennen. Wie ganz anders würde uns die Erdoberfläche erscheinen, wenn dieselbe von den Flöz- und Tertiär-Formationen wie von dem Schuttlande entblößt wäre!

Der Mond belebt und verherrlicht, mehr als alle andere Planeten, durch Verschiedenheit seiner Phasen und durch den schnelleren Wechsel seiner relativen Stellung am Sternenhimmel, unter jeglicher Zone den Anblick des Firmaments; er leuchtet erfreuend dem Menschen und (vornehmlich in den Urwäldern der Tropenwelt) den Thieren des Waldes‡). Der Mond, durch die Anziehungskraft, die er gemeinschaftlich mit der Sonne ausübt, bewegt unsere Oceane, das Flüssige auf der Erde; verändert allmälig durch periodische Anschwellung der Oberfläche und die zerstörenden Wirkungen der Fluth den Umriß der

*) A. a. O. S. 151; Arago im Annuaire pour 1842 p. 526. (Vergl. auch Immanuel Kant, Schriften der physischen Geographie 1839 S. 393–402.) Einer ähnlichen Täuschung wie die vermeintlichen, uns sichtbaren vulkanischen Ausbrüche im Monde gehören an, nach neueren gründlicheren Untersuchungen, die beobachteten temporären Veränderungen auf der Oberfläche des Mondes (Entstehung neuer Centralberge und Krater im Mare Crisium, in Hevelius und Cleomedes). S. Schröter, selenotopogr. Fragm. Th. I, S. 412–523, Th. II. S. 268 bis 272. — Die Frage: welches die kleinsten Gegenstände seien, deren Höhe oder Ausdehnung bei dem jetzigen Zustande der angewandten Instrumente noch gemessen werden können? ist im allgemeinen schwer zu beantworten. Nach dem Berichte des Dr. Robinson über das herrliche Spiegeltelescop von Lord Rosse erkennt man darin mit großer Klarheit Ausdehnungen von 220 Fuß (80 bis 90 yards.) Mädler rechnet, daß in seinen Beobachtungen noch Schatten von 3 Secunden meßbar waren: was, unter gewissen Voraussetzungen über die Lage eines Berges und die Höhe des Sonnenstandes, einer Berghöhe von 120 Fuß zugehören würde. Er macht aber zugleich darauf aufmerksam, daß der Schatten eine gehörige Breite haben müsse, um sichtbar und meßbar zu sein. Der Schatten der großen Pyramide des Cheops würde, nach den bekannten Dimensionen (Flächen-Ausdehnungen) dieses Monuments, selbst im Anfangspunkte kaum 1/9 Secunde breit und also unsichtbar sein. (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 264.) Arago erinnert, daß mit einer Vergrößerung von 6000mal, die ohnedies nicht mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond anzuwenden wäre, die Mondberge uns ohngefähr eben so erscheinen würden als mit bloßem Auge der Montblanc vom Genfer See aus.

†) Die Rillen sind nicht häufig, höchstens 30 Meilen lang; bisweilen gegabelt (Gassendi, selten aderartig (Triesnecker); immer leuchtend; nicht queer über Gebirge hinlaufend, nur den ebneren Landschaften eigen; an den Endpunkten durch nichts ausgezeichnet, ohne breiter oder schmaler zu werden. Beer und Mädler S. 131, 225 und 249.

‡) S. meinen Aufsatz über das nächtliche Thierleben im Urwalde in den Ansichten der Natur (3te Ausg.) Bd. I. S. 334. — Laplace's Betrachtungen (ich möchte sie nicht Vorschläge nennen) zu einem perpetuirlichen Mondscheine (Exposition du Système du Monde 1824 p. 232) haben in dem Mém. von Liouville sur un cas particulier du problème des trois corps eine Widerlegung gefunden. „Quelques partisans des causes finales," sagt Laplace, „ont imaginé que la lune a été donnée à la terre pour l'éclairer pendant les nuits; dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé, puisque nous sommes souvant privés à la fois de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine la lune en opposition avec le soleil dans le plan même de l'écliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil, et de donner à la lune et à la terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la lune, sans cesse en opposition au soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon; et comme à cette distance la lune n'eût point été éclipsée, sa lumière aurait certainement remplacé celle du soleil." Liouville findet dagegen: „que, si la lune avait occupé à l'origine la position particulière que l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* lui assigne, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un tems très court."

Küsten; hindert oder begünstigt die Arbeit des Menschen; liefert den größten Theil des Materials, aus dem sich Sandsteine und Conglomerate bilden, welche dann wiederum von den abgerundeten, losen Geschieben des Schuttlandes bedeckt sind*). So fährt der Mond, als eine der Quellen der Bewegung, fort auf die geognostischen Verhältnisse unseres Planeten zu wirken. Der unbestreitbare†) Einfluß des Satelliten auf Luftdruck, wässrige Niederschläge und Wolkenzerstreuung wird in dem letzten, rein tellurischen Theile des Kosmos behandelt werden.

Mars.

Durchmesser des Planeten nur 0,519 Theile des Erd-Durchmessers (troß seines schon beträchtlicheren Abstandes von der Sonne) oder 892 geogr. Meilen. Excentricität der Bahnen 0,0932168: unter den alten Planeten nächst dem Merkur die stärkste, und auch deshalb, wie durch Nähe zur Erde die geeignetste zu Kepler's großer Entdeckung der planetarischen elliptischen Bahnen. Rotation‡) nach Mädler und Wilhelm Beer 24St 37′ 23″. Siderische Umlaufszeit um die Sonne 1 Jahr 321 Tage 17St 30′ 41″. Die Neigung der Marsbahn gegen den Erd-Aequator ist 24° 44′ 24″, die Masse $\frac{1}{2680337}$, die Dichtigkeit in Vergleich mit der der Erde 0,958. Wie die große Annäherung des Enckischen Cometen dazu benutzt worden ist die Masse des Merkur zu ergründen, so wird auch die Masse des Mars einst durch die Störungen berichtigt werden, welche der Comet von de Vico durch ihn erleiden kann.

Die Abplattung des Mars, die (sonderbar genug) der große Königsberger Astronom dauernd bezweifelte, ist zuerst von William Herschel (1784) anerkannt worden. Ueber die Quantität dieser Abplattung aber hat lange Ungewißheit geherrscht. Sie wurde angegeben von William Herschel zu $\frac{1}{16}$; nach Arago's genauerer Messung||) mit einem prismatischen Fernrohr von Rochon nur: zuerst (vor 1824) im Verhältniß von 189 : 194, d. i. $\frac{1}{38,8}$; in späterer Messung (1847) zu $\frac{1}{32}$; doch ist Arago geneigt, die Abplattung noch für etwas größer zu halten.

Wenn das Studium der Mond-Oberfläche an viele geognostische Verhältnisse der Oberfläche unseres Planeten erinnert, so sind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologischer Art. Außer den dunklen Flecken, von denen

*) On the transporting power of Tides s. Sir Henry de la Beche, Geological Manual 1833 p. 111.

†) Arago sur la question de savoir, si la lune exerce sur notre atmosphère une influence appréciable, im Annuaire pour 1833 p. 157–206. Die Hauptgewährsmänner sind: Scheibler (Untersuch. über Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unserer Atmosphäre 1830 S. 20), Flaugergues (zwanzigjährige Beobachtungen in Viviers; Bibl. universelle, Sciences et Arts T. XL. 1829 p. 265–283, und in Kastner's Archiv f. die ges. Naturlehre Bd. XVII. 1829 S. 32–50) und Eisenlohr (Poggend. Annalen der Physik Bd. XXXV. 1835 S. 141–160 und 309–329). — Sir John Herschel hält es für sehr wahrscheinlich, daß auf dem Monde eine sehr hohe Temperatur herrsche (weit über dem Siedepunkt des Wassers), da die Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgesetzt sei. Der Mond müsse daher in der Opposition oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maaße (in some small degree) eine Wärmequelle für die Erde werden: aber diese Wärme, von einem Körper ausströmend, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körpers sei (below the temperature of ignition) könne nicht die Erdfläche erreichen, indem sie in den oberen Schichten unseres Luftkreises absorbirt und verbraucht werde, wo sie sichtbares Gewölk in durchsichtigen Dampf verwandle." Die Erscheinung der schnellen Wolkenzerstreuung durch den Vollmond bei nicht übermäßiger Wolkenbedeckung wird von Sir John Herschel „als eine meteorologische Thatsache" betrachtet, „die (setzt er hinzu) von Humboldt's eigener Erfahrung und dem sehr allgemeinen Glauben spanischer Seefahrer in den amerikanischen Tropenmeeren bekräftigt sei." S. Report of the fifteenth meeting of the British Association for the advancement of Science 1846, notices p. 5; und Outlines of Astronomy p. 261.

‡) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß des Sonnensystems 1841 S. 113, aus Beobachtungen von 1830 und 1832; Mädler, Astronomie 1849 S. 206. Die erste und beträchtliche Verbesserung der Rotationszeit, welche Dominique Cassini 24 St 40′ gefunden, war die Folge mühevoller Beobachtungen von William Herschel (zwischen 1777 und 1781), welche 24 St 39′21″,7 gaben. Kunowsky fand 1821 24 St 36′ 40″, sehr nahe dem Mädler'schen Resultate. Cassini's älteste Beobachtung der Rotation eines Marsfleckens (Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694) scheint bald nach dem Jahre 1670 gewesen zu sein; aber in der sehr seltenen Abhandlung: Kern, Diss. de scintillatione stellarum, Wittenb. 1686, § 8, finde ich als die eigentlichen Entdecker der Mars- und Jupiters-Rotationen angeführt: „Salvator Serra und den Pater Aegidius Franciscus de Cottignez, Astronomen des Collegio Romano."

||) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 36. Schröter's sehr unvollkommene Messungen der Durchmesser der Planeten gaben dem Mars eine Abplattung von nur 1/80.

einige schwärzlich, andere, aber in sehr geringer Zahl, gelbroth*), und von der grünlichen Contrast-Farbe sogenannter Seen†) umgeben sind; erscheinen auf der Marsscheibe noch, sei es an den Polen, welche die Rotations-Achse bestimmt, sei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechselnd zwei weiße, schneeglänzende Flecken‡). Es sind dieselben schon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zusammenhang mit klimatischen Veränderungen auf dem Planeten ist erst von Herschel dem Vater in dem 74sten Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beschrieben worden. Die weißen Flecken werden wechselsweise größer oder kleiner, je nachdem ein Pol sich seinem Winter oder seinem Sommer nähert. Arago hat in seinem Polariscop die Intensität des Lichtes dieser Schnee-Zone des Mars gemessen, und dieselbe zweimal größer als die Lichtstärke der übrigen Scheibe gefunden. In den physikalisch-astronomischen Beiträgen von Mädler und Beer sind vortreffliche graphische Darstellungen‖) der Nord- und Süd-Halbkugel des Mars enthalten; und diese merkwürdige, im ganzen Planetensystem einzige Erscheinung ist darin nach allen Veränderungen der Jahreszeiten und der kräftigen Wirkung des Polar Sommers auf den wegschmelzenden Schnee durch Messungen ergründet worden. Sorgfältige zehnjährige Beobachtungen haben auch gelehrt, daß die dunklen Marsflecken auf dem Planeten selbst ihre Gestalt und relative Lage constant beibehalten. Die periodische Erzeugung von Schneeflecken, als meteorischen, von Temperatur-Wechsel abhängigen Niederschlägen; und einige optische Phänomene, welche die dunklen Flecken darbieten, sobald sie durch die Rotation des Planeten an den Rand der Scheibe gelangen: machen die Existenz einer Mars-Atmosphäre mehr als wahrscheinlich.

Die Kleinen Planeten.

Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewissermaßen zwischen Mars und Jupiter eine scheidende Zone für die 4 inneren (Merkur, Venus, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unsres Sonnengebietes bildet, haben wir schon in den allgemeinen Betrachtungen¶) über planetarische Körper die Gruppen der Kleinen Planeten (Asteroiden, Planetoiden, Coplaneten, telescopischen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieselbe den abweichendsten Charakter durch ihre in einander verschlungenen, stark geneigten und übermäßig excentrischen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit, da der Durchmesser der Vesta selbst nicht den 4ten Theil des Durchmessers des Merkur zu erreichen scheint. Als der erste Band des Kosmos 1845 erschien, waren nur 4 der Kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Vesta, entdeckt von Piazzi, Olbers und Harding (1. Jan. 1801 bis 29. März 1807), bekannt; jetzt (im Juli 1851) ist die Zahl der Planeten schon auf 14 ange-

*) Beer und Mädler, Beiträge S. 111.

†) Sir John Herschel, Outlines § 510.

‡) Beer und Mädler a. a. O. S. 117–125.

‖) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 192.

¶) Kosmos Buch III. S. 549–550. Vergl. über Chronologie der Entdeckungen der Kleinen Planeten S. 426 und 460; ihr Größen-Verhältniß zu den Meteor-Asteroiden (Aërolithen) S. 432; über Kepler's Vermuthung der Existenz eines Planeten in der großen planetarischen Kluft zwischen Mars und Jupiter: eine Vermuthung, welche jedoch auf keine Weise die Entdekkung des ersten der Kleinen Planeten (der Ceres) veranlaßt hat, S. 439–444 und Anm. 31–33 S. 483. Der bittere Tadel, welchen man gegen einen hochgeachteten Philosophen ausgesprochen: „weil er zu einer Zeit, in der er Piazzi's Entdeckung allerdings seit 5 Monaten hätte kennen können, sie aber nicht kannte, nicht sowohl die Wahrscheinlichkeit als vielmehr nur die Nothwendigkeit läugnete, daß ein Planet zwischen Mars und Jupiter liege;" scheint mir wenig gerecht. Hegel in seiner im Frühjahr und Sommer 1801 ausgearbeiteten Dissertatio de Orbitis Planetarum behandelt die Ideen der Alten von dem Abstande der Planeten; und indem er die Reihung anführt, von der Plato im Timäus (pag. 35 Steph.) spricht: 1 . 2 . 3 . 4 . 9 . 8 . 27. . . . (vergl. Kosmos Buch III. S. 553 Anm. ‖), läugnet er die Nothwendigkeit einer Kluft. Er sagt bloß: „Quae series, *si verior naturae ordo sit*, quam arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet." Hegel's Werke Bd. XVI. 1834 S. 28, und Hegel's Leben von Rosenkranz 1844 S. 154.) — Kant in seiner geistreichen Naturgeschichte des Himmels 1755 äußert bloß, daß bei der Bildung der Planeten Jupiter durch seine ungeheure Anziehungskraft an der Kleinheit des Mars Schuld sei. Er erwähnt nur einmal und auf eine sehr unbestimmte Weise „der Glieder des Sonnensystems, die weit von einander abstehen und zwischen denen man die Zwischentheile noch nicht entdeckt hat." (Immanuel Kant, sämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 87, 110 und 196).

wachsen; sie sind der Zahl nach der dritte Theil aller gleichzeitig bekannten 43 planetarischen Körper, d. i. aller Haupt- und Nebenplaneten.

Wenn lange im Sonnengebiete die Aufmerksamkeit der Astronomen auf Vermehrung der Glieder partieller Systeme (der Monde, welche um Hauptplaneten kreisen), und auf die jenseits des Saturn und Uranus in den fernsten Regionen zu entdeckenden Planeten gerichtet war; so bietet jetzt seit dem zufälligen Auffinden der Ceres durch Piazzi und besonders seit dem beabsichtigten Auffinden der Asträa durch Hencke, wie seit der großen Vervollkommnung von Sternkarten*) (die der Berliner Akademie enthalten alle Sterne bis zur 9ten und theilweise bis zur 10ten Größe) ein uns näherer Weltraum das reichste, vielleicht unerschöpfliche Feld für astronomische Arbeitsamkeit dar. Es ist ein besonderes Verdienst des Astronomischen Jahrbuch's, das in meiner Vaterstadt von Encke, dem Director der Berliner Sternwarte, unter Mitwirkung des Dr. Wolfers, herausgegeben wird, daß darin die Ephemeriden der anwachsenden Schaar von kleinen Planeten mit ganz besonderer Vollständigkeit behandelt werden. Bisher erscheint die der Marsbahn nähere Region allerdings am meisten gefüllt; aber schon die Breite dieser gemessenen Zone ist, „wenn man den Unterschied der Radien-Vectoren in der nächsten Sonnennähe (Victoria) und der weitesten Sonnenferne (Hygiea) ins Auge faßt, beträchtlicher als der Sonnen-Abstand des Mars †).

Die Excentricitäten der Bahnen, von denen Ceres, Egeria und Vesta die kleinste, Juno, Pallas und Iris die größte haben, sind, wie die Neigung gegen die Ekliptik, welche von Pallas (34° 37′) und Egeria (16° 33′) bis Hygiea (3° 47′) abnimmt, bereits oben ‡) berührt worden. Es folgt hier eingeschaltet die tabellarische Uebersicht der Elemente der Kleinen Planeten, die ich meinem Freunde, Herrn Dr. Galle, verdanke.

---

*) Ueber den Einfluß vervollkommneter Sternkarten auf Entdeckung der Kleinen Planeten s. Kosmos Buch III. S. 155 und 156.

†) D'Arrest über das System der Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter 1851 S. 8.

‡) Kosmos Buch III. S. 549 und 563.

Elemente der 14 kleinen Planeten, für die Zeiten ihrer Opposition in der Nähe des Jahres 1851.

	Flora	Victoria	Vesta	Iris	Metis	Hebe	Parthenope	Asträa	Egeria	Irene	Juno	Ceres	Pallas	Hygiea
E	1852 März 24	1850 Oct. 0	1851 Juni 9	1851 Oct. 1	1851 Februar 8	1851 Juli 12	1851 Oct. 22,0	1851 April 29,5	1852 März 15,0	1851 Juli 1,0	1851 Juni 11,5	1851 Dec. 30,0	1851 Nov. 5,0	1851 Sept. 28,5
L	174° 45′	342° 18′	256° 38′	18° 36′	126° 28′	311° 39′	17° 51′	197° 37′	162° 29′	234° 15′	276° 0′	105° 33′	72° 35′	356° 45′
π	32 51	301 57	250 32	41 22	71 7	15 17	317 5	135 43	118 17	179 10	54 20	147 59	121 23	228 2
☊	110 21	235 28	103 22	259 44	68 29	138 31	124 59	141 28	43 18	86 51	170 55	80 49	172 45	287 38
i	5 53	8 23	7 8	5 28	5 36	14 47	4 37	5 19	16 33	9 6	13 8	10 37	34 37	3 47
μ	1086″,04	994″,51	977″,90	963″,03	962″,58	939″,65	926″,22	857″,50	854″,96	853″,77	818″,88	770″,75	768″,43	634″,24
a	2,2018	2,3349	2,3612	2,3855	2,3862	2,4249	2,4483	2,5774	2,5825	2,5849	2,6687	2,7678	2,7729	3,1514
e	0,15679	0,21792	0,08892	0,23239	0,12229	0,20186	0,09789	0,18875	0,08627	0,16786	0,25586	0,07647	0,23956	0,10092
U	1193^{T}	1303^{T}	1325^{T}	1346^{T}	1346^{T}	1379^{T}	1399^{T}	1511^{T}	1516^{T}	1518^{T}	1592^{T}	1681^{T}	1687^{T}	2043^{T}

Es bedeutet: E die Epoche der mittleren Länge in mittlerer Berliner Zeit, L die mittlere Länge in der Bahn, π die Länge des Perihels, ☊ die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung gegen die Ekliptik, μ die mittlere tägliche siderische Bewegung, a die halbe große Axe, e die Excentricität, U die siderische Umlaufszeit in Tagen. — Die Längen beziehen sich auf das Aequinoctium der Epoche.

Das gegenseitige Verhalten der Asteroiden-Bahnen und die Aufzählung der einzelnen Bahnpaare ist der Gegenstand scharfsinniger Untersuchungen zuerst (1848) von Gould *), ganz neuerlich von d'Arrest geworden. „Es scheint," sagt der Letztere, „am meisten für die innige Verbindung der ganzen Gruppe kleiner Planeten zu zeugen, daß, wenn man sich die Bahnen in ihren natürlichen Verhältnissen körperlich wie Reifen dargestellt denkt, sie alle dergestalt in einander hangen, daß man vermittelst einer beliebigen die ganze Gruppe herausheben könnte. Wäre Iris, welche Hind im August 1847 auffand, uns zufällig noch unbekannt, wie gewiß noch viele andere Weltkörper in jener Region es sind, so bestände die Gruppe aus zwei gesonderten Theilen: — ein Ergebniß, das um so unerwarteter erscheinen muß, als die Zone weit ist, welche diese Bahnen im Sonnensysteme erfüllen †)."

Wir können diesen wundersamen Planetenschwarm nicht verlassen, ohne in dieser fragmentarischen Aufzählung der einzelnen Glieder des Sonnengebietes der kühnen Ansicht eines vielbegabten, tiefforschenden Astronomen über den Ursprung der Asteroiden und ihrer einander durchschneidenden Bahnen zu erwähnen. Ein aus den Rechnungen von Gauß gezogenes Ergebniß, daß Ceres bei ihrem aufsteigenden Durchgang durch die Ebene der Pallasbahn diesem letzteren Planeten überaus nahe kommt, leitete Olbers auf die Vermuthung: „es könnten beide Planeten, Ceres und Pallas, Fragmente eines einzigen, durch irgend eine Naturkraft zerstörten, vormals die weite Lücke zwischen Mars und Jupiter ausfüllenden, großen Hauptplaneten sein; und man habe in derselben Region einen Zuwachs von ähnlichen Trümmern, die eine elliptische Bahn um die Sonne beschreiben, zu erwarten ‡).

Die Möglichkeit, die Epoche einer solchen Weltbegebenheit, welche zugleich die Epoche der Entstehung der Kleinen Planeten sein soll, durch Rechnung zu bestimmen, bleibt bei der Verwickelung, welche die jetzt schon bekannte große Zahl der „Trümmer," die Secular-Verrückungen der Apsiden und die Bewegung der Knotenlinien erzeugen, auch annäherungsweise mehr als zweifelhaft ||). Olbers bezeichnete die Gegend der Knotenlinie der Ceres- und Pallasbahn als entsprechend dem nördlichen Flügel der Jungfrau und dem Gestirne des Wallfisches. In letzterem wurde allerdings von Harding die Juno, kaum zwei Jahre nach der Entdeckung des Pallas, aber zufällig, bei Construction eines Sterncatalogs, gefunden; in ersterem, nach langem, fünfjährigem, durch die Hypothese geleiteten Suchen, von Olbers selbst die Vesta. Ob diese einzelnen Erfolge hinlänglich sind die Hypothese zu begründen, ist hier nicht der Ort zu entscheiden. Die Cometennebel, in die man anfangs die Kleinen Planeten gehüllt wähnte, sind bei Untersuchungen durch vollkommnere Instrumente verschwunden. Bedeutende Lichtveränderungen, denen die Kleinen Planeten ausgesetzt sein sollten, schrieb Olbers ihrer unregelmäßigen Figur, als „Bruchstücke eines einigen zerstörten Planeten" ¶), zu.

Jupiter.

Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 5,202767 in Theilen des Erd-Abstandes vom Centralkörper. Der wahre mittlere Durchmesser dieses größten aller Planeten ist 19294 geogr. Meilen: also gleich 11,255 Erd-Durchmessern, ohngefähr um 1/5 länger als der Durchmesser des ferneren Saturn. Siderischer Umlauf um die Sonne $11^{J}\ 314^{T}\ 20^{St}\ 2'\ 7''$.

Die Abplattung des Jupiters ist nach den prismatischen Micrometer-Messungen von Arago, welche 1824 in die Exposition du Système du Monde (p. 38) übergegangen sind,

---

*) Benjamin Abthorp Gould (jetzt zu Cambridge, Massachusetts, Verein. St.), Untersuchungen über die gegenseitige Lage der Bahnen zwischen Mars und Jupiter 1848 S. 9–12.

†) D'Arrest a. a. O. S. 30.

‡) Zach, monatl. Corresp. Bd. VI. S. 88.

||) Gauß a. a. O. Bd. XXVI. S. 299.

¶) Herr Daniel Kirkwood (von der Pottsville Academy) hat geglaubt das Unternehmen wagen zu dürfen, den geplatzten Urplaneten nach Art der urweltlichen Thiere aus fragmentarischen Ueberresten wieder herzustellen. Er findet demselben einen Durchmesser größer als Mars (von mehr als 1080 geogr. Meilen), und die langsamste aller Rotationen eines Hauptplaneten: eine Tageslänge von 57½ Stunden. Rep. of the British Assoc. 1850 p. XXXV.

wie 167 : 177, also $\frac{1}{17,7}$; was sehr nahe mit der späteren Arbeit (1839) von Beer und Mädler *) übereinstimmt, welche die Abplattung zwischen $\frac{1}{18,7}$ und $\frac{1}{21,6}$ fanden. Hansen und Sir John Herschel ziehen $\frac{1}{14}$ vor. Die allerfrüheste Beobachtung der Abplattung von Dominique Cassini ist älter als das Jahr 1666, wie ich schon an einem anderen Orte in Erinnerung gebracht. Dieser Umstand hat eine besondere historische Wichtigkeit wegen des Einflusses, welchen nach Sir David Brewster's scharfsinniger Bemerkung die von Cassini erkannte Abplattung auf Newton's Ideen über die Figur der Erde ausgeübt hat. Die Principia Philosophiae Naturalis zeugen dafür; aber die Zeitepochen, in denen diese Principia und Cassini's Beobachtung über den Aequatorial- und Polar-Durchmesser des Jupiter erschienen, konnten chronologische Zweifel erregen †).

Da die Jupitersmasse, nach der Sonnenmasse, das wichtigste Element für das ganze Planetensystem ist, so muß ihre genauere Bestimmung in neuerer Zeit durch Störungen der Juno und Vesta, wie durch Elongation der Jupiterstrabanten, besonders des 4ten ‡) nach Airy (1834), als eine der folgereichsten Vervollkommnungen der rechnenden Astronomie betrachtet werden. Die Masse des Jupiter ist vergrößert gegen früher, die des Merkur dagegen vermindert worden. Es ist die erstere sammt der Masse der vier Jupiterstrabanten $\frac{1}{1047,879}$, während sie Laplace noch zu $\frac{1}{1066,09}$ angab ||).

Die Rotation des Jupiter ist nach Airy 9^{St} 55′ 21″,3 mittlerer Sonnenzeit. Dominique Cassini hatte dieselbe zuerst 1665 durch einen Flecken, welcher viele Jahre, ja bis 1691, immer von gleicher Farbe und in gleichem Umriß sichtbar war ¶), zwischen 9^h 55′ und 9^h 56′ gefunden. Die meisten dieser Flecken sind von größerer Schwärze als die Streifen des Jupiter. Sie scheinen aber nicht der Oberfläche des Planeten selbst anzugehören, da sie bisweilen, besonders die den Polen näher liegenden, eine andere Rotationszeit als die der Aequatorial-Gegend gegeben haben. Nach einem sehr erfahrenen Beobachter, Heinrich Schwabe in Dessau, sind die dunklen, schärfer begrenzten Flecken mehrere Jahre hinter einander von den beiden, den Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem südlichen, bald dem nördlichen ausschließend eigenthümlich gewesen. Der Proceß der Fleckenbildung ist also räumlich wechselnd. Bisweilen (ebenfalls nach Schwabe's Beobachtungen im November 1834) sind die Jupitersflecken bei einer 280maligen Vergrößerung in einem Fraunhofer'schen Fernrohr kleinen mit einem Hofe umgebenen Kernflecken der Sonne ähnlich. Ihre Schwärze ist aber dann doch geringer als die der Trabanten-Schatten. Der Kern ist wahrscheinlich ein Theil des Jupiterskörpers selbst; und wenn die atmosphärische Oeffnung über demselben Punkte stehen bleibt, so giebt die Bewegung des Fleckens die wahre Rotation. Sie theilen sich auch bisweilen wie Sonnenflecken, was schon Dominique Cassini im Jahr 1665 erkannte.

In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite Hauptstreifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farbe, welche gegen die Ränder blasser werden und endlich ganz verschwinden. Ihre Begrenzungen sind sehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren, ganz hellen Aequatorial-Streifen geschieden. Auch gegen die beiden Pole hin ist die ganze Oberfläche mit vielen schmaleren, blasseren, öfter unterbrochenen, selbst fein verzweigten, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. „Diese Erscheinungen," sagt Arago, „erklären sich am leichtesten, wenn man eine durch Wolkenschichten


*) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß ... Körper S. 104–106. Aeltere und un... ...ungen von Hussey gaben sogar 1/24. La... ...du Monde p. 266) findet theoretisch bei ... der Schichten zwischen 1/24 und 5/48. ... unsterbliches Werk Philosophiae ... mathematica erschien schon im ... Schriften der Pariser Akademie ... von Cassini's Bestimmung der ... im Jahr 1691: so daß Newton, ... Versuche zu Cayenne von Ri-

cher aus der 1679 gedruckten Reise kennen konnte, die Gestalt des Jupiter durch mündlichen Verkehr und die damals so regsame briefliche Correspondenz muß erfahren haben. Vergl. über dies alles und über des Huygens nur scheinbar frühe Kenntniß der Richer'schen Pendel-Beobachtungen Kosmos Buch I. S. 83 Anm. ‡) und Buch II. S. 381 Anm. ‡).

‡) Airy in den Mem. of the royal Astron. Soc. Vol. IX. p. 7, Vol. X. p. 43.

||) Noch im Jahr 1824 (Laplace a. a. O. p. 207).

¶) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 754.

theilweise verdichtete Atmosphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, wahrscheinlich als Folge der Passatwinde, dunstleer und diaphan ist. Weil (wie schon William Herschel in einer Abhandlung annahm, welche im Jahr 1793 in dem 83sten Bande der Philosophical Transactions erschien) die Wolken-Oberfläche ein intensiveres Licht reflectirt als die Oberfläche des Planeten; so muß der Theil des Bodens, welchen wir durch die heitere Luft sehen, minderes Licht haben (dunkler erscheinen) als die, vieles Licht zurückstrahlenden Wolkenschichten. Deshalb wechseln graue (dunkle) und helle Streifen mit einander; die ersteren erscheinen, wenn unter kleinen Winkeln der Visions-Radius des Beobachters schief gegen den Rand des Jupiter gerichtet ist, durch eine größere, dickere Masse und mehr Licht reflectirende Luftschichten gesehen, um so weniger dunkel gefärbt, als sie sich vom Centrum des Planeten entfernen *)."

Satelliten des Jupiter.

Schon zu Galilei's glänzender Zeit ist die richtige Ansicht entstanden, daß das untergeordnete Planetensystem des Jupiter, vielen Verhältnissen des Raumes und der Zeit nach, ein Bild des Sonnensystems im Kleinen darbiete. Diese, damals schnell verbreitete Ansicht, wie die bald darauf entdeckten Phasen der Venus (Februar 1610) haben viel dazu beigetragen dem copernicanischen Systeme allgemeineren Eingang zu verschaffen. Die Vierzahl der Trabanten des Jupiter ist die einzige Trabantenzahl der äußeren Hauptplaneten, welche (seit der Epoche der ersten Entdeckung †) durch Simon Marius, am 29. December 1609) in fast drittehalbhundert Jahren keine neuere Entdeckung vermehrt hat.

Die folgende Tabelle enthält nach Hansen die siderischen Umlaufszeiten der Satelliten des Jupiter, ihre mittlere Entfernungen, im Halbmesser des Hauptplaneten ausgedrückt, ihre Durchmesser in geographischen Meilen und ihre Massen als Theile der Jupitermasse:

Satelliten	Umlaufszeit	Entfernung vom Jupiter	Durchmesser in geogr. Meilen	Masse
1	1^{T} 18^{St} 28′	6,049	529	0,0000173281
2	3 13 14	9,623	475	0,0000232355
3	7 3 43	15,350	776	0,0000884972
4	16 16 32	26,998	664	0,0000426591

Wenn $\frac{1}{1047{,}879}$ die Masse des Jupiter und der Trabanten ausdrückt, so ist die Masse des Hauptplaneten ohne die Trabanten, $\frac{1}{1048{,}059}$, nur um etwa $\frac{1}{6000}$ kleiner.

Die Vergleichungen der Größen, Abstände und Excentricität mit anderen Satelliten-Systemen sind bereits oben (Kosmos Buch III. S. 566 und 567) gegeben worden. Die Licht-Intensität der Jupiterstrabanten ist verschiedenartig und nicht ihrem Volum proportional: da der Regel nach der dritte und der erste, deren Größen-Ver-

*) „On sait qu'il existe au-dessus et au-dessous de l'équateur de Jupiter deux bandes moins brillantes que la surface générale. Si on les examine avec une lunette, elles paraissent moins distinctes à mesure qu'elles s'éloignent du centre, et même elles deviennent tout-à-fait invisibles près des bords de la planète. Toutes ces apparences s'expliquent en admettant l'existence d'une atmosphère de nuages interrompue aux environs de l'équateur par une zone diaphane, produite peut-être par les vents alisés. L'atmosphère de nuages réfléchissant plus de lumière que le corps solide de Jupiter, les parties de ce corps que l'on verra à travers la zone diaphane, auront moins d'éclat que le reste et formeront les bandes obscures. A mesure qu'on s'éloignera du centre, le rayon visuel de l'observateur traversera des épaisseurs de plus en plus grandes de la zone diaphane, en sorte qu'à la lumière réfléchie par le corps solide de la planète s'ajoutera la lumière réfléchie par cette zone plus épaisse. Les bandes seront par cette raison moins obscures en s'éloignant du centre. Enfin aux bords mêmes la lumière réfléchie par la zone vue dans la plus grande épaisseur pourra faire disparaître la différence d'intensité qui existe entre les quantités de lumière réfléchie par la planète et par l'atmosphère de nuages; on cessera alors d'apercevoir les bandes qui n'existent qu'en vertu de cette différence. — On observe dans les pays de montagnes quelque chose d'analogue: quand on se trouve près d'une forêt de sapin, elle paraît noire; mais à mesure qu'on s'en éloigne, les couches d'atmosphère interposées deviennent de plus en plus épaisses et réfléchissent de la lumière. La différence de teinte entre la forêt et les objets voisins diminue de plus en plus, elle finit par se confondre avec eux, si l'on s'en éloigne d'une distance convenable." (Aus Arago's Vorträgen über Astronomie 1841.)

†) Kosmos Buch II. S. 363 und Anm. und 364.

hältniß nach dem Durchmesser wie 8 : 5 ist, am hellsten erscheinen. Der kleinste und dichteste von allen, der zweite, ist gewöhnlich heller als der größere, vierte, welchen man den lichtschwächsten zu nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intensität, die auch bemerkt werden, sind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmosphäre der Jupitersmonde zugeschrieben worden*). Sie scheinen übrigens wohl alle ein intensiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwischen Jupiter und der Sonne steht, und die Satelliten also, sich von Osten nach Westen bewegend, scheinbar in den östlichen Rand des Jupiter eintreten; so verdecken sie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden schon bei nicht starker Vergrößerung erkannt, indem sie sich leuchtend abheben von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um so schwieriger, je mehr er sich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieser, früh bemerkten Erscheinung hat schon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geschlossen, daß gegen den Rand hin die Jupitersscheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß diese, von Messier wiederholte Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erst durch neue und feinere Beobachtungen gelöst werden können. Jupiter ist ohne alle Satelliten gesehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herschel am 23. Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27. Sept. 1843. Eine solche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht sich aber nur auf den Raum außerhalb der Jupitersscheibe, und steht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig verfinstert werden können.

Saturn.

Die siderische oder wahre Umlaufszeit des Saturn ist 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16' 32". Sein mittlerer Durchmesser ist 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erd-Durchmessern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geschlossen †), ist 10^{St} 29' 17". Einer so großen Geschwindigkeit der Umdrehung um die Achse entspricht die starke Abplattung. William Herschel bestimmte sie schon 1776 zu $\frac{1}{10,4}$; Bessel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinstimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmesser zu 15",381; den Aequatorial-Durchmesser zu 17",053; also eine Abplattung ‡) von $\frac{1}{10,2}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls bandartige Streifen, die aber weniger sichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter sind. Der constanteste derselben ist ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf diesen folgen mehrere andere, aber mit wechselnden Formen, was auf einen atmosphärischen Ursprung deutet. William Herschel hat sie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; sie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was sehr merkwürdig, einen Wechsel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig ist. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erscheinung, welche

*) Sir John Herschel, Outlines p. 540.

†) Die fruhesten, sorgfältigen Beobachtungen von William Herschel im Nov. 1793 gaben für die Rotation des Saturn 10^h 16' 44". Mit Unrecht ist dem großen Weltweisen Immanuel Kant zugeschrieben worden, er habe in seiner geistreichen allgemeinen Naturgeschichte des Himmels 40 Jahre vor Herschel nach theoretischen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, ist 6^h 23' 53". Er nennt seine Bestimmung „die mathematische Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre ist und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die Bestätigung erwartet." Diese Bestätigung des Geahndeten ist gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von 3/5 des Ganzen, d. i. von 4 Stunden offenbart. Von dem Ringe des Saturn wird in derselben Schrift gesagt: daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten." Die erste dieser Ringzahlen steht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten (10^{St} 29' 17") zufällig nahe. Vergl. Kant, sämmtliche Werke Th. VI 1839 S. 135 und 140.

‡) Laplace (Expos. du Syst. du Monde p. 43) schätzt die Abplattung 1/11. Die sonderbare Abweichung des Saturn von der sphäroidalen Figur, nach welcher William Herschel durch eine Reihe mühevoller und noch dazu mit sehr verschiedenen Fernröhren angestellter Beobachtungen die größte Axe des Planeten nicht im Aequator selbst, sondern in einem den Aequatorial-Durchmesser unter einem Winkel von ohngefähr 45° schneidenden Durchmesser fand, ist durch Bessel nicht bestätigt, sondern irrig befunden worden.

an die wechselnde Schnee-Region des Mars erinnert und schon dem Scharfblick von William Herschel nicht entgangen war. Sei nun eine solche Zunahme der Licht-Intensität der temporären Entstehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuschreiben: immer deuten sie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmosphäre*).

Die Masse des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$ angegeben; sie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (sein Durchmesser ist $\frac{4}{5}$ des Durchmessers des Jupiter) auf eine sehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit schließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{76}{100}$ von der des Wassers) würde die Abplattung noch stärker sein.

In der Ebene seines Aequators umgeben den Planeten wenigstens zwei frei schwebende, in einer und derselben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intensität des Lichts als Saturn selbst, und der äußere Ring ist noch heller als der innere†). Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen anerkannten ‡) Ringes wurde wohl schon von Dominique Cassini 1675 gesehen, aber zuerst von William Herschel (1789—1792) genau beschrieben. Den äußeren Ring hat man seit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber diese Linien oder Streifen sind nie sehr constant gewesen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11. November, Dawes bei Maidstone in England am 25. November, also nahe gleichzeitig, zwischen dem zweiten, bisher so genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, sehr matten und lichtschwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er ist durch eine schwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwischen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will gesehen haben.

Die Dimensionen des getheilten Saturnsringes sind von Bessel und Struve bestimmt worden. Nach dem Letzteren erscheint uns der äußere Durchmesser des äußersten Ringes in der mittleren Entfernung des Saturn unter einem Winkel von 40″,09, gleich 38300 geogr. Meilen; der innere Durchmesser desselben Ringes unter einem Winkel von 35″,29, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmesser des inneren (zweiten) Ringes erhält man 34″,47; für den inneren Durchmesser desselben Ringes 26″,67. Den Zwischenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, setzt Struve zu 4″,34. Die ganze Breite des ersten und zweiten Ringes ist 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den ersten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Cassini gesehene schwarze Theilungsstrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieser Ringe glaubt man, daß sie nicht 23 Meilen übersteige. Die Masse der Ringe ist nach Bessel $\frac{1}{118}$ der Saturnsmasse. Sie bieten einzelne Erhöhungen ||) und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweise ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren sich bei dem Verschwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der andere unsichtbar wird.

Eine sehr merkwürdige Erscheinung ist die von Schwabe zu Dessau im Sept. 1827 entdeckte, excentrische Lage des Saturn. Der Saturnsring ist nicht concentrisch mit

---

*) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

†) Auch dieser Unterschied der Licht-Intensität des äußeren und inneren Ringes ist bereits von Dominicus Cassini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

‡) Kosmos Buch II. S. 364. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollständigen Erklärung aller Erscheinungen, welche Saturn und sein Ring darbieten, geschah erst vier Jahre später, im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

||) Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichst wieder Lassell in Liverpool in einem selbstfabricirten 20füßigen Spiegeltelescop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

der Kugel selbst, sondern Saturn liegt im Ringe etwas westlich. Diese Beobachtung ist von Harding, Struve*), John Herschel und South (theilweise durch micrometrische Messungen) bestätigt worden. Kleine, periodisch scheinende Verschiedenheiten in der Quantität der Excentricität, die sich aus Reihen correspondirender Beobachtungen von Schwabe, Harding und de Vico in Rom ergeben, sind vielleicht in Oscillationen des Schwerpunkts des Ringes um den Mittelpunkt des Saturn gegründet. Auffallend ist, daß schon am Ende des 17ten Jahrhunderts ein Geistlicher, Gallet zu Avignon, ohne Erfolg versucht hatte, die Astronomen seiner Zeit auf die excentrische Lage des Saturn aufmerksam zu machen †). Bei der so überaus geringen und nach der Oberfläche abnehmenden Dichtigkeit des Saturn (vielleicht kaum $\frac{2}{3}$ der Dichtigkeit des Wassers) ist es schwer, sich eine Vorstellung von dem Molecular-Zustande oder der materiellen Beschaffenheit des Planetenkörpers zu machen; oder gar zu entscheiden, ob diese Beschaffenheit wirkliche Flüssigkeit, d. h. Verschiebbarkeit der kleinsten Theile, oder Starrheit (nach der so oft angeführten Analogie von Tannenholz, Bimsstein, Kork oder eines erstarrten Flüssigen, des Eises) voraussetze. Der Astronom der Krusenstern'schen Expedition, Horner, nennt den Satursring einen Wolkenzug; er will, daß die Berge des Saturn aus Dampfmassen und Dunstbläschen bestehen ‡). Die Conjectural-Astronomie treibt hier ein freies und erlaubtes Spiel. Ganz anderer Art sind die ernsten, auf Beobachtung und analytischen Calcul gegründeten Speculationen über die Möglichkeit der Stabilität des Saturnsringes von zwei ausgezeichneten amerikanischen Astronomen, Bond und Peirce ||). Beide stimmen für das Resultat der Flüssigkeit, wie für fortdauernde Veränderlichkeit in der Gestalt und Theilbarkeit des äußeren Ringes. Die Erhaltung des Ganzen ist von Peirce als von der Einwirkung und Stellung der Satelliten abhängig betrachtet worden: weil ohne diese Abhängigkeit, auch bei Ungleichheiten im Ringe, sich das Gleichgewicht nicht würde erhalten können.

Satelliten des Saturn.

Die fünf ältesten Saturnstrabanten wurden entdeckt zwischen den Jahren 1655 und 1684 (Titan, der 6te im Abstande, von Huygens; und 4 von Cassini, nämlich: Japetus, der äußerste aller; Rhea, Tethys und Dione). Auf die 5 ältesten Satelliten folgte 1789 die Entdeckung von zweien, dem Hauptplaneten am nächsten stehenden, Mimas und Enceladus, durch William Herschel. Der 7te Satellit, Hyperion, endlich, der vorletzte im Abstande, wurde von Bond zu Cambridge (Verein. St.) und von Lassell zu Liverpool im Sept. 1848 fast gleichzeitig aufgefunden. Ueber die relative Größe und Verhältnisse der Abstände in diesem Partial-Systeme ist schon früher verhandelt (Kosmos Buch I. S. 46 und Buch III. S. 566). Die Umlaufszeiten und mittleren Entfernungen, letztere in Theilen des Aequatorial-Halbmessers des Saturn ausgedrückt, sind nach den Beobachtungen, die Sir John Herschel am Vorgebirge der guten Hoffnung ¶) zwischen 1835 und 1837 angestellt, folgende:

*) Vergl. Harding's kleine Ephemeriden für 1835 S. 100 und Struve in Schum. Astr. Nachrichten No. 139 S. 389.

†) Man liest in den Actis Eruditorum pro anno 1684 p. 424 als Auszug aus dem Systema phaenomenorum Saturni autore Galletio, proposito eccl. Avenionensis: Nonnunquam corpus Saturni *non exacte annuli medium* obtinere visum fuit. Hinc evenit, ut, quum planeta orientalis est, centrum ejus extremitati orientali annuli propius videatur, et major pars ab occidentali latere sit cum ampliore obscuritate.

‡) Horner in Gehler's neuem physik. Wörterbuch Bd. VIII. 1836 S. 174.

||) Benjamin Peirce on the constitution of Saturn's Ring in Gould, Astron. Journal 1851 Vol. II. p. 16. „The Ring consists of a stream or of streams of a fluid rather denser than water flowing around the primary." Vergl. auch Silliman's Amer. Journal, 2d Ser. Vol. XII. 1851 p. 99; und über die Unebenheiten des Ringes, wie über störende, und deshalb erhaltende Einwirkungen der Satelliten John Herschel, Outlines p. 320.

¶) Sir John Herschel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope p. 414–430; derselbe in den Outlines of Astr. p. 650, und über das Gesetz der Abstände § 550.

Satelliten nach Zeit der Entdeckung	Satelliten nach Abständen	Umlaufszeit	Mittlere Entfernung
f	1. Mimas	0^{T} 22St 37′ 22″,9	3,3607
g	2. Enceladus	1 8 53 6,7	5,3125
e	3. Tethys	1 21 18 25,7	5,3396
d	4. Dione	2 17 41 8,9	6,8398
c	5. Rhea	4 12 25 10,8	9,5528
a	6. Titan	15 22 41 25,2	22,1450
h	7. Hyperion	22 12 ?	28,0000?
b	8. Japetus	79 7 53 40,4	64,3590

Zwischen den ersten vier, dem Saturn nächsten Satelliten zeigt sich ein merkwürdiges Verhältniß der Commensurabilität der Umlaufszeiten. Die Periode des 3ten Satelliten (Thethys) ist das Doppelte von der des 1sten (Mimas); der 4te Satellit (Dione) hat die doppelte Umlaufszeit des 2ten (Enceladus). Die Genauigkeit geht bis auf $\frac{1}{500}$ der längeren Periode. Dieses, nicht beachtete Resultat ist mir bereits im November 1845 in Briefen von Sir John Herschel mitgetheilt worden. Die vier Trabanten des Jupiter zeigen eine gewisse Regelmäßigkeit in den Abständen: sie bieten ziemlich nahe die Reihe 3 . 6 . 12 dar. Der 2te ist vom 1sten in Halbmessern des Jupiter entfernt 3,6; der 3te vom 2ten 5,7; der 4te vom 3ten 11,6. Das sogenannte Gesetz von Titius haben dazu Fries und Challis in allen Satelliten-Systemen, selbst in dem des Uranus, nachzuweisen versucht*).

Uranus.

Die anerkannte Existenz dieses Weltkörpers, die große Entdeckung von William Herschel, hat nicht bloß die Zahl der seit Jahrtausenden allein bekannten sechs Hauptplaneten zuerst vermehrt und den Durchmesser des planetarischen Sonnengebietes mehr als verdoppelt; sie hat auch durch die Störungen, die Uranus aus lange unbekannter Ferne erlitt, nach 65 Jahren zu der Entdeckung des Neptun geleitet. Uranus wurde zufällig (13. März 1781) bei der Untersuchung einer kleinen Sterngruppe in den Zwillingen durch seine kleine Scheibe erkannt, welche unter Vergrößerungen von 460- und 932mal weit mehr zunahm, als es der Fall war bei anderen, daneben stehenden Sternen. Auch bemerkte der scharfsinnige, mit allen optischen Erscheinungen so vertraute Entdecker, daß die Licht-Intensität bei starker Vergrößerung in dem neuen Weltkörper beträchtlich abnahm, während sie bei den Fixsternen gleicher (6ter bis 7ter) Größe dieselbe blieb.

Herschel nannte den Uranus, als er seine Existenz anfangs†) verkündigte, einen Cometen; und erst die vereinten Arbeiten von Saron, Lexell, Laplace und Méchain, welche durch des verdienstvollen Bode's Auffindung (1784) älterer Beobachtungen des Gestirns von Tobias Mayer (1756) und Flamsteed (1690) ungemein erleichtert wurden, haben die elliptische Bahn des Uranus und seine ganz planetarischen Elemente bewundernswürdig schnell festgestellt. Die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne ist nach Hansen 19,18239 oder 396½ Million geogr. Meilen; seine siderische Umlaufszeit 84 Jahre 5^{T} 19St 41′ 36″; seine Neigung gegen die Ekliptik 0° 46′ 28″; der scheinbare Durchmesser in der mittleren Entfernung von der Erde 9″,9. Seine Masse, welche die ersten Trabanten-Beobachtungen zu $\frac{1}{17918}$ bestimmt hatten, ergiebt sich nach Lamont's Beobachtung nur zu $\frac{1}{24605}$; danach fiele seine Dichtigkeit zwischen die des Jupiter und des Saturn‡). Eine Abplattung des Uranus wurde schon von Herschel, als derselbe Vergrößerungen von 800- bis 2400mal anwandte, vermuthet. Nach Mädler's Messungen in den Jahren 1842

*) Fries, Vorlesungen über die Sternkunde 1833 S. 325; Challis in den Transact. of the Cambridge Philos. Society Vol. III. p. 171.

†) William Herschel, Account of a Comet, in den Philos. Transact. for 1781 Vol. LXXI. p. 492

‡) Kosmos Buch III. S. 558.

und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10{,}7}$ und $\frac{1}{9{,}9}$ zu fallen scheinen*). Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus," sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind, die, fast ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58′, also nahe senkrecht, auf der Ekliptik steht, und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, sind wohl zu unterscheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abstände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerst durch William Herschel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1ste und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche seit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verflossen sind, ist oft und mit Ungerechtigkeit an der Existenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwiesen, wie zuverlässig der große Entdecker von Slough auch in diesem Theile der planetarischen Astronomie gewesen ist. Es sind bisher wiedergesehen worden der 1ste, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzusetzen, nach der Beobachtung Lassell's vom 6. Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung seines Spiegelteleſcops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herschel der Vater, bei der Schärfe seines Gesichts, unter günstigen Luftverhältnissen schon eine Vergrößerung von 157mal für hinlänglich; der Sohn schreibt für diese so überaus kleinen Lichtscheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit sind am frühesten, sichersten und häufigsten wiedergesehen worden von Sir John Herschel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, später von Lamont in München und Lassel in Liverpool. Der 1ste Satellit des Uranus wurde von Lassell (14. Sept. bis 9. Nov. 1847) und von Otto Struve (8. Oct. bis 10. Dec. 1847), der äußerste (6te) von Lamont (1. Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergesehen scheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit†). Die hier zusammengestellten Einzelheiten sind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie von neuem zu der Vorsicht anregen, sogenannten negativen Beweisen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienst, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten störenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23. Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitsamkeit von Le Verrier‡). Es ist, wie Encke sich ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort des neuen Planeten haben voraussagen lassen. Die so schnelle Auffindung selbst ist durch die vortreffliche akademische Berliner Sternkarte von Bremiker begünstigt worden||).

---

*) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577–579.)

†) Vergl. für die Beobachtungen von Lassell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43–47 und 135–139, auch Schum. Astr. Nachr. No. 623 S. 365.

‡) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung, im Ergänz. Heft. zu Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 17.

||) Astron. Nachr. No. 580.

Wenn unter den Abständen der **äußeren** Planeten von der Sonne der Abstand des Saturn (9,53) **fast** doppelt so groß als der des Jupiter (5,20), der Abstand des Uranus (19,18) aber **mehr** als das Doppelte von dem des Saturn ist; so fehlen dagegen dem **Neptun** (30,04) zur abermaligen (dritten) Verdoppelung der Abstände noch volle 10 Erdweiten, d. i. ein ganzes Drittel von seinem Sonnen-Abstande. Die **planetarische Grenze** ist **dermalen** 621 Millionen geographischer Meilen von dem Centralkörper entfernt; durch die Entdeckung des Neptun ist der Markstein unseres planetarischen Wissens um mehr als 223 Millionen Meilen (über 10,8 Abstände der Sonne von der Erde) weiter gerückt. Je nachdem man die Störungen erkennt, welche der jedesmalige letzte Planet erleidet, werden so allmälig andere und andere Planeten entdeckt werden, bis diese wegen ihrer Entfernung aufhören unsren Fernröhren sichtbar zu sein *).

Nach den neuesten Bestimmungen ist die **Umlaufszeit** des Neptun 60126,7 Tage oder 164 Jahre und 226 Tage, und seine **halbe große Axe** 30,03628. Die **Excentricität** seiner Bahn, nächst der der Venus die kleinste, ist 0,00871946; seine **Masse** $\frac{1}{14446}$; sein **scheinbarer Durchmesser** nach Encke und Galle 2″,70, nach Challis sogar 3″,07: was die **Dichtigkeit** im Verhältniß zu der der Erde zu 0,230, also größer als die des Uranus (0,178), giebt †).

Dem Neptun wurde bald nach der ersten Entdeckung durch Galle, von Lassel und Challis ein **Ring** zugeschrieben. Der Erstere hatte eine Vergrößerung von 567mal angewandt, und versucht die große Neigung des **Ringes** gegen die Ekliptik zu bestimmen; aber spätere Untersuchungen haben bei Neptun, wie lange vorher bei Uranus, den Glauben an einen Ring vernichtet.

Ich berühre aus Vorsicht kaum in diesem Werke die, allerdings früheren, aber unveröffentlichten und durch einen anerkannten Erfolg nicht gekrönten Arbeiten des so ausgezeichneten und scharfsinnigen englischen Geometers, Herrn J. C. Adams von St. John's College zu Cambridge. Die historischen Thatsachen, welche sich auf diese Arbeiten und auf Le Verrier's und Galle's glückliche Entdeckung des neuen Planeten beziehen, sind in zwei Schriften: von dem Astronomer royal Airy und von Bernard Lindenau, umständlich, partheilos und nach sicheren Quellen entwickelt worden ‡). Geistige Bestrebungen, fast gleichzeitig auf

*) **Le Verrier**, Recherches sur les mouvemens de la Planète Herschel 1846 in der Connaissance des temps pour l'an 1849 p. 254.

†) Das sehr wichtige Element der **Masse** des Neptun ist allmälig gewachsen von 1/20897 nach Adams, 1/19840 nach Peirce, 1/19400 nach Bond und 1/18780 nach John Herschel, 1/15480 nach Lassell auf 1/14446 nach Otto und August Struve. Das letzte, Pulkowaer Resultat ist in den Text aufgenommen worden.

‡) **Airy** in den Monthly Notices of the Royal Astr. Soc. Vol. VII. No. 9 (Nov. 1846) p. 121–152; Bernhard von **Lindenau**, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung S. 1–32 und 235–238. — Le Verrier, von Arago dazu aufgefordert, fing im Sommer 1845 an, die Uranus-Theorie zu bearbeiten. Die Ergebnisse seiner Untersuchung legte er dem Institut am 10. Nov. 1845, am 1. Juni, 31. Aug. und 5. Oct. 1846 vor, und **veröffentlichte** zugleich dieselben; die größte und wichtigste Arbeit Le Verrier's, welche die Auflösung des ganzen Problems enthält, erschien aber in der Connaissance des temps pour l'an 1849. Adams legte, ohne etwas dem Druck zu übergeben, die ersten Resultate, die er für den störenden Planeten erhalten hatte, im September 1845 dem Prof. Challis, und mit einiger Abänderung im October desselben Jahres dem Astronomer royal vor, ohne etwas zu veröffentlichen. Der letztere empfing mit neuen Correctionen, welche sich auf eine Verminderung des Abstandes bezogen, die letzten Resultate von Adams im Anfange des Septembers 1846. Der junge Geometer von Cambridge drückt sich über die chronologische Folge von Arbeiten, welche auf einen und denselben großen Zweck gerichtet waren, mit so viel edler Bescheidenheit als Selbstverläugnung aus: „I mention these earlier dates merely to show, that my results were arrived at independently and previously to the publication of M. Le Verrier, and not with the intention of interfering with his just claims to the honors of the discovery; for there is no doubt that his researches were first published to the world, and led to the actual discovery of the planet by Dr. Galle: so that the facts stated above cannot detract, in the slightest degree, from the credit due to M. Le Verrier."

Da in der Geschichte der Entdeckung des Neptun oft von einem Antheil geredet worden ist, welchen der große Königsberger Astronom früh an der, schon von Alex. Bouvard (dem Verfasser der Uranustafeln) im Jahr 1834 geäußerten Hoffnung „von der Störung des Uranus durch einen uns noch unbekannten Planeten" genommen habe; so ist es vielleicht vielen Lesern des Kosmos angenehm, wenn ich hier einen Theil des Briefes veröffentliche, welchen **Bessel** mir unter dem 8. Mai 1840 (also zwei Jahre vor seinem Gespräche mit Sir John Herschel bei dem Besuche zu Collingwood) geschrieben hat: „Sie verlangen Nachricht von dem **Planeten jenseits des Uranus**. Ich könnte wohl auf Freunde in Königsberg verweisen, die aus Mißverständniß mehr davon zu wissen glauben als ich selbst. Ich hatte die Entwickelung des Zusammenhanges zwischen den **astronomischen Beobachtungen** und

und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10,7}$ und $\frac{1}{9,0}$ zu fallen scheinen*). Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus," sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind, die, fast ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58′, also nahe senkrecht, auf der Ekliptik steht, und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, sind wohl zu unterscheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abstände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerst durch William Herschel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1ste und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche seit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verflossen sind, ist oft und mit Ungerechtigkeit an der Existenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwiesen, wie zuverlässig der große Entdecker von Slough auch in diesem Theile der planetarischen Astronomie gewesen ist. Es sind bisher wiedergesehen worden der 1ste, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzusetzen, nach der Beobachtung Lassell's vom 6. Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung seines Spiegeltelescops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herschel der Vater, bei der Schärfe seines Gesichts, unter günstigen Luftverhältnissen schon eine Vergrößerung von 157mal für hinlänglich; der Sohn schreibt für diese so überaus kleinen Lichtscheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit sind am frühesten, sichersten und häufigsten wiedergesehen worden von Sir John Herschel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, später von Lamont in München und Lassel in Liverpool. Der 1ste Satellit des Uranus wurde von Lassell (14. Sept. bis 9. Nov. 1847) und von Otto Struve (8. Oct. bis 10. Dec. 1847), der äußerste (6te) von Lamont (1. Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergesehen scheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit†). Die hier zusammengestellten Einzelheiten sind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie von neuem zu der Vorsicht anregen, sogenannten negativen Beweisen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienst, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten störenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23. Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitsamkeit von Le Verrier‡). Es ist, wie Encke sich ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort des neuen Planeten haben voraussagen lassen. Die so schnelle Auffindung selbst ist durch die vortreffliche akademische Berliner Sternkarte von Bremiker begünstigt worden‖).

---

*) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577–579.)

†) Vergl. für die Beobachtungen von Lassell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43–47 und 135–139, auch Schum. Astr. Nachr. No. 623 S. 365.

‡) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung, im Ergänz. Heft. zu Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 17.

‖) Astron. Nachr. No. 580.

und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10,7}$ und $\frac{1}{9,9}$ zu fallen scheinen *). Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus," sagt Herschel der Sohn, „ist von 4, wahrscheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieselben eine große, bisher noch nirgends im Sonnensysteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten sich von West nach Ost bewegen und, einige Asteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt sind, die, fast ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58′, also nahe senkrecht, auf der Ekliptik steht, und die Trabanten selbst sich von Ost nach West bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, sind wohl zu unterscheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abstände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerst durch William Herschel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1ste und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche seit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verflossen sind, ist oft und mit Ungerechtigkeit an der Existenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwiesen, wie zuverlässig der große Entdecker von Slough auch in diesem Theile der planetarischen Astronomie gewesen ist. Es sind bisher wiedergesehen worden der 1ste, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzusetzen, nach der Beobachtung Lassell's vom 6. Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung seines Spiegeltelescops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herschel der Vater, bei der Schärfe seines Gesichts, unter günstigen Luftverhältnissen schon eine Vergrößerung von 157mal für hinlänglich; der Sohn schreibt für diese so überaus kleinen Lichtscheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit sind am frühesten, sichersten und häufigsten wiedergesehen worden von Sir John Herschel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, später von Lamont in München und Lassel in Liverpool. Der 1ste Satellit des Uranus wurde von Lassell (14. Sept. bis 9. Nov. 1847) und von Otto Struve (8. Oct. bis 10. Dec. 1847), der äußerste (6te) von Lamont (1. Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergesehen scheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit †). Die hier zusammengestellten Einzelheiten sind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil sie von neuem zu der Vorsicht anregen, sogenannten negativen Beweisen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienst, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten störenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23. Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der scharfsinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitsamkeit von Le Verrier ‡). Es ist, wie Encke sich ausdrückt, die glänzendste unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretische Untersuchungen die Existenz und den Ort des neuen Planeten haben voraussagen lassen. Die so schnelle Auffindung selbst ist durch die vortreffliche akademische Berliner Sternkarte von Bremiker begünstigt worden ||).

---

*) Mädler in Schumacher's Astr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577–579.)

†) Vergl. für die Beobachtungen von Lassell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43–47 und 135–139, auch Schum. Astr. Nachr. No. 623 S. 365.

‡) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung, im Ergänz. Heft. zu Schum. Astr. Nachr. 1849 S. 17.

||) Astron. Nachr. No. 580.

[illegible] Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um so lebhafteres In[illegible] [illegible] die Wahl der angewandten Hülfsmittel den dermaligen glänzenden [illegible] mathematischen Wissens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

[illegible] äußeren Planeten die Existenz eines **Ringes** bis jetzt sich nur ein ein[illegible] und seine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entstehung und Bil[illegible] losen Umgürtung von dem Zusammentreffen eigener, schwer zu er[illegible] abhängt; so ist dagegen die Existenz von Satelliten, welche die äu[illegible] (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um so allgemeinere [illegible] Lassell erkannte schon Anfangs August 1847 mit Sicherheit*) den ersten [illegible] einem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto [illegible] (11. Sept. bis 20. Dec. 1847) und Bond ‡), der Director der [illegible] in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, (16. Sept. [illegible] Lassell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die **Um**[illegible] [illegible]anten zu 5T 21St 7′, die **Neigung der Bahn** gegen die Ek[illegible] **Entfernung** vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geogr. [illegible] Drei Jahre später (14. August 1850) entdeckte Lassell einen [illegible], auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte ||). Diese [illegible] ich, bisher nicht von andern Beobachtern bestätigt worden.

III.

Die Cometen.

[illegible] welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, [illegible] altem chaldäischen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer [illegible] Bahn periodisch aufsteigen" läßt, bilden im Sonnengebiet, [illegible] des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgesonderte Gruppe



den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn bestätigt werden könnten. Daß diese Zeit schon vorhanden sei, bin ich weit entfernt gewesen zu sagen; allein versuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatsachen führen können. Es ist dieses eine Arbeit, die mich seit so vielen Jahren begleitet, und derentwegen ich so viele verschiedene Ansichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt, und daher so bald [illegible] irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe [illegible] Zutrauen zu Flemming, der in Danzig, wohin [illegible] ist, dieselbe Reduction der Beobachtungen, [illegible] für Uranus gemacht hat, für Saturn und [illegible] wird. Glücklich ist es meiner Ansicht [illegible] (jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat [illegible]ungen verpflichtet ist. Es wird auch [illegible] kommen, wo er Beobachtungen ei[illegible] Zwecke wegen anstellen muß; [illegible] Mitteln dazu fehlen, [illegible]keit fehlt."

[illegible] die Entdeckung [illegible] Schumacher's [illegible] No. 629. [illegible]

von Weltkörpern. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Planeten nicht blos durch ihre Excentricität, und, was noch wesentlicher ist, durch das Durchschneiden der Planetenkreise; sie bieten auch eine Veränderlichkeit der Gestaltung, eine Wandelbarkeit der Umrisse dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinsius so genau beschriebenen Klinkenbergischen Cometen von 1744 und am Halley'schen Cometen in der letzten Erscheinung vom Jahre 1835) schon in wenigen Stunden bemerkbar geworden ist. Als noch nicht durch Encke unser Sonnensystem mit inneren, von den Planetenbahnen eingeschlossenen Cometen kurzer Umlaufszeit bereichert worden war, leiteten dogmatische, auf falsche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abstande von der Sonne gesetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Ansicht: daß man jenseits des Saturn excentrische planetarische Weltkörper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelstufen zwischen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerste Planet schon ein Comet genannt zu werden verdiene, weil er vielleicht die Bahn des ihm nächsten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchschneide" *). Eine solche Ansicht der Verkettung der Gestalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organischen Wesen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geister des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeschichte des Himmels von dem Königsberger Philosophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, sind Uranus und Neptun von William Herschel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn: ja wenn die des letzteren 0,056 ist, so besitzt dagegen der äußerste aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, fast der der sonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometischen Eigenschaften.

Als in der uns näheren Zeit allmälig (seit 1819) fünf innere Cometen dem von Encke folgten, und gleichsam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich ist; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht ursprünglich eben so einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypothese von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet sich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine solche Theilung als Bipartition gleichsam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen von Biela vorgegangen ist. Gewisse Aehnlichkeiten der Elemente haben den Professor Stephen Alexander (von dem College of New Jersey) zu Untersuchungen veranlaßt †) über die Möglichkeit eines gemeinsamen Ursprunges der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Asteroiden herge-

---

*) „Vermittelst einer Reihe von Zwischengliedern," sagt Immanuel Kant, „werden jenseit Saturn sich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und so die letztere Gattung mit der ersteren zusammenhangen. Das Gesetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreise sich in Verhältniß ihres Abstandes von der Sonne verhält, unterstützt diese Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abstande zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Bestimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erste Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in seiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächsten Planeten, vielleicht also des Saturn, durchschnitte. — Auch durch die Größe der planetarischen Massen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unsere Theorie von der mechanischen Bildung der Himmelskörper klärlich erwiesen." Kant, Naturgesch. des Himmels (1755) in den sämmtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im [illegible] des dren Hauptstückes wird (S. 131) von der [illegible] cometenähnlichen Natur gesprochen, [illegible] abgelegt habe.

†) Stephen Alexander „on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin," in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterscheidet mit Hind (Schum. Astr. Nachr. No. 724) „the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter; and the other class, including the comets whose mean distance, or semi-axes, is somewhat less than that of Uranus." Er schließt die erste Abhandlung mit dem Resultate: „Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse, if not an actual collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose orbits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846 which are fragments of the dissevered comet."

nommen sind, muß nach allen genaueren neueren Beobachtungen Verzicht geleistet werden. Die Bahnen der Kleinen Planeten sind zwar auch einander nicht parallel, sie bieten in der Pallas allerdings die Erscheinung einer übergroßen Neigung der Bahn dar; aber bei allem Mangel des Parallelismus unter ihren eigenen Bahnen durchschneiden sie doch nicht cometenartig irgend eine der Bahnen der großen alten, d. h. früher entdeckten Planeten. Dieser bei jeglicher Annahme einer primitiven Wurfrichtung und Wurfgeschwindigkeit überaus wesentliche Umstand scheint außer der Verschiedenheit in der physischen Constitution der inneren Cometen und der ganz dunstlosen Kleinen Planeten die Gleichheit der Entstehung beider Arten von Weltkörpern sehr unwahrscheinlich zu machen. Auch hat Laplace in seiner Theorie planetarischer Genesis aus um die Sonne kreisenden Dunstringen, in welchen sich die Materie um Kerne ballt, die Cometen ganz von Planeten trennen zu müssen geglaubt: „Dans l'hypothèse des zones de vapeurs et d'un noyau s'accroissant par la condensation de l'atmosphère qui l'environne, les comètes sont étrangères au système planétaire" *).

Wir haben bereits in dem Naturgemälde †) darauf aufmerksam gemacht, wie die Cometen bei der kleinsten Masse den größten Raum im Sonnengebiete ausfüllen; auch nach der Zahl der Individuen (die Wahrscheinlichkeits-Rechnung, gegründet auf gleichmäßige Vertheilung der Bahnen, Grenzen, der Sonnennähe und der Möglichkeit des Unsichtbarbleibens, führt auf die Existenz vieler Tausende von ihnen) übertreffen sie alle anderen planetarischen Weltkörper. Wir nehmen vorsichtig die Aërolithen oder Meteor-Asteroiden aus, da ihre Natur noch in großes Dunkel gehüllt bleibt. Man muß unter den Cometen die unterscheiden, deren Bahn von den Astronomen berechnet worden ist; und solche, von denen theils nur unvollständige Beobachtungen, theils bloße Andeutungen in den Chroniken vorhanden sind. Da nach Galle's letzter genauer Aufzählung 178 bis zum Jahr 1847 berechnet wurden, so kann man mit den bloß angedeuteten wohl wieder als Totalzahl bei der Annahme von sechs- bis siebenhundert gesehenen Cometen beharren. Als der von Halley verkündigte Comet von 1682 im Jahr 1759 wieder erschien, hielt man es für etwas sehr auffallendes, daß in demselben Jahre 3 Cometen sichtbar wurden. Jetzt ist die Lebhaftigkeit der Erforschung des Himmelsgewölbes gleichzeitig an vielen Punkten der Erde so groß, daß 1819, 1825 und 1840 in jedem Jahre vier, 1826 fünf, ja 1846 acht erschienen und berechnet wurden.

An mit unbewaffnetem Auge gesehenen Cometen ist die letzte Zeit wiederum reicher als das Ende des vorigen Jahrhunderts gewesen; aber unter ihnen bleiben die von großem Glanze in Kopf und Schweif auch ihrer Seltenheit wegen immer eine merkwürdige Naturerscheinung. Es ist nicht ohne Interesse, aufzuzählen, wie viel dem bloßen Auge sichtbare Cometen in Europa während der letzten Jahrhunderte ‡) sich gezeigt haben. Die

---

*) Laplace, Expos. du Syst. du Monde (éd. 1824) p. 414.

†) Ueber Cometen im Naturgemälde s. Kosmos Buch I. S. 47–54 und Anm.

‡) In sieben halben Jahrhunderten von 1500 bis 1850 sind zusammen 52; einzeln in der Reihenfolge von sieben gleichen Perioden: 13, 10, 2, 10, 4, 4 und 9, dem bloßen Auge sichtbaren Cometen in Europa erschienen. Hier folgen die einzelnen Jahre:

1500—1550
13 Com.

1550—1600
10 Com.

1600—1650
1607
1618
2 Com.

1650—1700
1652
1664
1665
1668
1672
1680
1682
1686
1689
1696
10 Com.

1700—1750
1702
1744
1748 (2)
4 Com.

1750—1800
1759
1766
1769
1781
4 Com.

1800—1850
1807
1811
1819
1823
1830
1835
1843

reichste Epoche war das 16te Jahrhundert mit 23 solchen Cometen. Das 17te zählte 12, und zwar nur 2 in seiner ersten Hälfte. Im 18ten Jahrhundert erschienen bloß 8, aber 9 allein in den ersten 50 Jahren des 19ten Jahrhunderts. Unter diesen waren die schönsten die von 1807, 1811, 1819, 1835 und 1843. In früheren Zeiten sind mehrmals 30 bis 40 Jahre verflossen, ohne daß man ein einziges Mal solches Schauspiel genießen konnte. Die scheinbar cometenarmen Jahre mögen indessen doch reich an großen Cometen sein, deren Perihel jenseit der Bahnen des Jupiter und Saturn liegt. Der telescopischen Cometen werden jetzt im Durchschnitt in jedem Jahre wenigstens 2 bis 3 entdeckt. In drei auf einander folgenden Monaten hat (1840) Galle 3 neue Cometen, von 1764 bis 1798 Messier 12, von 1801 bis 1827 Pons 27 gefunden. So scheint sich Kepler's Ausspruch über die Menge der Cometen im Weltraum (ut pisces in Oceano) zu bewähren.

Von nicht geringer Wichtigkeit ist die so sorgfältig aufgezeichnete Liste der in China erschienenen Cometen, welche Eduard Biot aus der Sammlung von Ma-tuan-lin bekannt gemacht hat. Sie reicht bis über die Gründung der ionischen Schule des Thales und des lydischen Alyattes hinaus; und begreift in zwei Abschnitten den Ort der Cometen von 613 Jahren vor unserer Zeitrechnung bis 1222 nach derselben, und dann von 1222 bis 1644; die Periode, in welcher die Dynastie der Ming herrschte. Ich wiederhole hier (s. Kosmos Buch I. S. 47 Anm. *): daß, während man Cometen von der Mitte des 3ten bis Ende des 14ten Jahrhunderts nach ausschließlich chinesischen Beobachtungen hat berechnen müssen, die Berechnung der Halley'schen Cometen bei seinem Erscheinen im Jahr 1456 die erste Cometen-Berechnung war nach den ausschließlich europäischen Beobachtungen, und zwar nach denen des Regiomontanus. Diesen letzteren folgten abermals bei einem Wiedererscheinen des Halley'schen Cometen die sehr genauen des Apianus zu Ingolstadt im August des Jahres 1531. In die Zwischenzeit fällt (Mai 1500) ein durch afrikanische und brasilische Entdeckungsreisen berühmt gewordener, prachtvoll glänzender Comet*), der in Italien Signor Astone, die große Asta, genannt wurde. In den chinesischen Beobachtungen hat, durch Gleichheit der Elemente, Laugier †) eine siebente Erscheinung des Halley'schen Cometen (die von 1378) erkannt: so wie auch der von Galle ‡) am 6. März entdeckte dritte Comet von 1840 mit dem von 1097 identisch zu sein scheint. Auch die Mexicaner knüpften in ihren Jahrbüchern Begebenheiten an Cometen und andere Himmels-Beobachtungen. Ich habe den Cometen von 1490, welchen ich in der mexicanischen Handschrift von Le Tellier aufgefunden und in meinen Monumens des peuples indigènes de l'Amérique habe abbilden lassen, sonderbar genug, nur in dem chinesischen Cometen-Register als im December desselben Jahres beobachtet erkannt ||). Die Mexicaner hatten ihn in ihre Register eingetragen 28 Jahre früher als Cortes an den Küsten von Veracruz (Chalchiuhcuecan) znm ersten Male erschien.

Von der Gestaltung, der Form-, Licht- und Farben-Aenderung der Cometen, den Aus-

---

1845
1847
———
9 Com.

Als 23 im 16ten Jahrhundert (dem Zeitalter von Apianus, Girolamo Fracastoro, Landgraf Wilhelm IV. von Hessen, Mästlin und Tycho) erschienene, dem unbewaffneten Auge sichtbare Cometen sind hier aufgezählt worden: 10 von Pingré beschriebene, nämlich: 1500, 1505, 1506, 1512, 1514, 1516, 1518, 1521, 1522 und 1530; ferner die Cometen von 1531, 1532, 1533, 1556, 1558, 1569, 1577, 1580, 1582, 1585, 1590, 1593 und 1596.

*) Es ist der „bösartige" Comet, welchem in Sturm und Schiffbruch der Tod des berühmten portugiesischen Entdeckers Bartholomäus Diaz, als er mit Cabral von Brasilien nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung segelte, zugeschrieben ward; Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 296 und T. V. p. 80 (Sousa, Asia Portug. T. I. P. I. cap. 5 p. 45).

†) Laugier in der Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 99. Vergl. auch Edouard Biot, Recherches sur les anciennes apparitions chinoises de la Comète de Halley antérieures à l'année 1378 a. a. O. p. 70–84.

‡) Ueber den von Galle im März 1840 entdeckten Cometen s. Schumacher's Astr. Nachr. Bd. XVII. S. 188.

||) S. meine Vues des Cordillères (éd. in folio) Pl. LV fig. 8, p. 281–282. Die Mexicaner hatten auch eine sehr richtige Ansicht von der Ursach der Sonnenfinsterniß. Dieselbe mexicanische Handschrift, wenigstens ein Viertel-Jahrhundert vor der Ankunft der Spanier angefertigt, bildet die Sonne ab, wie sie fast ganz von der Mondscheibe verdeckt wird, und wie Sterne dabei sichtbar werden.

strömungen am Kopfe, welche zurückgebeugt*) den Schweif bilden, habe ich nach den Beobachtungen von Heinsius (1744), Bessel, Struve und Sir John Herschel umständlich im Naturgemälde (Kosmos Buch I. S. 47–51) gehandelt. Außer dem prachtvollen†) Cometen von 1843, der in Chihuahua (NW-Amerika) von Bowring von 9 Uhr Morgens bis Sonnen-Untergang wie ein kleines weißes Gewölk, in Parma von Amici am vollen Mittag 1° 23′ östlich von der Sonne‡) gesehen werden konnte, ist auch in der neuesten

*) Diese Entstehung des Schweifes am vorderen Theile des Cometenkopfes, welche Bessel so viel beschäftigt hat, war schon Newton's und Winthrop's Ansicht (vergl. Newton, Princip. p. 511 und Philos. Transact. Vol. LVII. for the year 1767 p. 140 fig. 5). Der Schweif, meint Newton, entwickele sich der Sonne nahe am stärksten und längsten, weil die Himmelsluft (was wir mit Encke das widerstehende Mittel nennen) dort am dichtesten sei, und die particulae caudae, stark erwärmt, von der dichteren Himmelsluft getragen, leichter aufsteigen. Winthrop glaubt, daß der Haupteffect erst etwas nach dem Perihel eintrete, weil nach dem von Newton festgestellten Gesetze (Princ. p. 424 und 466) überall (bei periodischer Wärme-Veränderung wie bei der Meeresfluth) die Maxima sich verspäten.

†) Arago im Annuaire pour 1844 p. 395. Die Beobachtung ist von Amici dem Sohne.

‡) Ueber den Cometen von 1843, der mit beispiellosem Glanze im nördlichen Europa im Monat März nahe bei dem Orion erschien, und der Sonne unter allen beobachteten und berechneten Cometen am nächsten gekommen ist, s. alles gesammelt in Sir John Herschel's Outlines of Astronomy § 589–597, und in Peirce, American Almanac for 1844 p. 42. Wegen physiognomischer Aehnlichkeiten, deren Unsicherheit aber schon Seneca (Nat. Quaest. lib. VII cap. 11 und 17) entwickelt hat, wurde er anfänglich für identisch mit den Cometen von 1668 und 1689 gehalten (Kosmos Buch I. S. 69 und Anm. *); Galle in Olbers Cometenbahnen No. 42 und 50.) Boguslawski (Schum. Astr. Nachr. No. 545 S. 272) glaubt dagegen, daß seine früheren Erscheinungen bei einem Umlauf von 147 Jahren die von 1695, 1548 und 1401 waren; ja, er nennt ihn den Cometen des Aristoteles, „weil er ihn bis in das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung zurückführt, und ihn mit dem talentvollen Hellenisten Thiersch in München für einen Cometen hält, dessen in den Meteorologicis des Aristoteles Buch I cap. 6 Erwähnung geschieht." Ich erinnere aber, daß der Name Comet des Aristoteles vieldeutig und unbestimmt ist. Wird der gemeint, welchen Aristoteles im Orion verschwinden läßt und mit dem Erdbeben in Achaja in Verbindung setzt; so muß man nicht vergessen, daß dieser Comet von Callisthenes vor, von Diodor nach, und von Aristoteles zur Zeit des Erdbebens angegeben wird. Das 6te und 8te Capitel der Meteorologie handeln von vier Cometen, deren Epochen der Erscheinung durch Archonten zu Athen und durch unheilbringende Begebenheiten bezeichnet werden. Es ist daselbst der Reihe nach gedacht: des westlichen Cometen, welcher bei dem großen, mit Ueberschwemmungen verbundenen Erdbeben von Achaja erschien (cap. 6, 8); dann des Cometen unter dem Archonten Eucles, Sohn des Molon; später (cap. 6, 10) kommt der Stagirite wieder auf den westlichen Cometen, den des großen Erdbebens, zurück, und nennt dabei den Archonten Asteus: ein Name, den unrichtige Lesarten in Aristäus verwandelt haben [illegible] den Pingré deshalb in der Cométographie [illegible] oder Alcisthenes fälschlich für Eine Perso[illegible] Glanz dieses Cometen des Asteus verb[illegible] dritten Theil des Himmelsgewölb[illegible] welchen man den Weg (ὁδός) nann[illegible] Er reichte bis in die Gegend [illegible] In cap. 7, 9 wird des C[illegible] zeitig mit dem berühmten Aërolithenfall bei Aegos Potamoi (Kosmos Buch I. S. 57, und Anm. *) erschien und wohl nicht eine Verwechselung mit der von Damachos beschriebenen, 70 Tage lang leuchtenden und Sternschnuppen sprühenden Aërolithen-Wolke sein kann. Endlich nennt Aristoteles noch cap. 7, 10 einen Cometen unter dem Archonten Nicomachus, welchem ein Sturm bei Corinth zugeschrieben ward. Diese vier Cometen-Erscheinungen fallen in die lange Periode von 32 Olympiaden: nämlich der Aërolithenfall nach der Parischen Chronik Ol. 78, 1 (468 ante Chr.), unter den Archonten Theagenides; der große Comet des Asteus, welcher zur Zeit des Erdbebens von Achaja erschien und im Sternbild des Orion verschwand, in Ol. 101, 4 (373 a. Chr.); Eucles, Sohn des Molon, von Diodor (XII, 53) fälschlich Euclides genannt in Ol. 88, 2 (427 a. Chr.) wie auch der Commentar des Johannes Philoponos bestätigt; der Comet des Nicomachus in Ol. 109, 4 (341 a. Chr.). Bei Plinius II. 25 wird für die jubae effigies mutata in hastam Ol. 1 8 angegeben. Mit dem unmittelbaren Anknüpfen des Cometen des Asteus (Ol. 101, 4) an das Erdbeben in Achaja stimmt auch Seneca überein, indem derselbe des Unterganges von Bura und Helice, welche Städte Aristoteles nicht ausdrücklich nennt, folgendermaßen erwähnt: „Effigiem ignis longi fuisse, Callisthenes tradit, antequam Burin et Helicen mare absconderet. Aristoteles ait, non trabem illam, sed Cometam fuisse." (Seneca, Nat. Quaest. VII, 5). Strabo (VIII p. 384 Cas.) setzt den Untergang der zwei oft genannten Städte zwei Jahre vor der Schlacht von Leuctra, woraus sich wieder Ol. 101, 4 ergiebt. Nachdem endlich Diodor von Sicilien dieselbe Begebenheit als unter dem Archonten Asteus vorgefallen umständlicher (XV, 48 und 49) beschrieben hat, setzt er den glänzenden, schattenwerfenden Cometen (XV, 50) unter den Archonten Alcisthenes, ein Jahr später, Ol. 102, 1 (372 a. Chr.), und als Vorboten des Unterganges der Herrschaft der Lacedämonier; aber der spätere Diodor hat die Gewohnheit, eine Begebenheit aus einem Jahre in das andere zu verschieben: und für die Epoche des Asteus, vor dem Alcisthenes, sprechen die ältesten und sichersten Zeugen, Aristoteles und die Parische Chronik. Da nun für den herrlichen Cometen von 1843 die Annahme eines Umlaufs von 147¾ Jahren Boguslawski durch 1695, 1548, 1401 und 1106 auf das Jahr 371 vor unserer Zeitrechnung führt, so stimmt damit der Comet des Erdbebens von Achaja nach Aristoteles bis auf zwei, nach Diodor bis auf ein Jahr überein: was, wenn man von der Aehnlichkeit der Bahn etwas wissen könnte, bei wahrscheinlichen Störungen in einer Periode von 1214 Jahren freilich ein sehr geringer Fehler ist. Wenn Pingré in der Cométographie (1783 T. I. p. 259–262), sich auf Diodor und den Archonten Alcisthenes statt Asteus stützend, den in Frage stehenden Cometen im Orion in Ol. 102, und doch in den Anfang Juli 371 vor Christus statt 372 setzt; so liegt der Grund wohl darin, daß er wie einige Astronomen das erste Jahr vor der christlichen Zeitrechnung mit anno 0 bezeichnet. Es ist schließlich zu bemerken, daß Sir John Herschel für den bei hellem Tage, nahe an der Sonne, gesehenen Cometen von 1843 eine ganz andere Umlaufszeit und zwar von 175 Jahren annimmt, was auf die Jahre 1668, 1493 und 1318 führt. Vergl. Outlines p. 370 bis 372 mit Galle in Olbers Cometenbahnen S. 208 und Kosmos Buch I. S. 69.) Andere Combinationen von Peirce und

Zeit der von Hind in der Gegend von Capella entdeckte erste Comet des Jahres 1847 am Tage des Perihels zu London nahe bei der Sonne sichtbar gewesen.

Zur Erläuterung dessen, was oben von der Bemerkung chinesischer Astronomen bei Gelegenheit ihrer Beobachtung des Cometen vom Monat März 837, zur Zeit der Dynastie Thang, gesagt worden ist, schalte ich hier, aus dem Ma-tuan-lin übersetzt, die wörtliche Angabe des Richtungs-Gesetzes des Schweifes ein. Es heißt daselbe: „im allgemeinen ist bei einem Cometen, welcher östlich von der Sonne steht, der Schweif, von dem Kern an gerechnet, gegen Osten gerichtet; erscheint aber der Comet im Westen der Sonne, so dreht sich der Schweif gegen Westen *)." Fracastoro und Apianus sagten bestimmter und noch richtiger: „daß eine Linie in der Richtung der Achse des Schweifes, durch den Kopf des Cometen verlängert, das Centrum der Sonne trifft." Die Worte des Seneca (Nat. Quaest. VII, 20): „die Cometenschweife fliehen vor den Sonnenstrahlen," sind auch bezeichnend. Während unter den bis jetzt bekannten Planeten und Cometen sich in den, von der halben große Axe abhangenden Umlaufszeiten die kürzesten zu den längsten bei den Planeten wie 1 : 683 verhalten, ergiebt sich bei den Cometen das Verhältniß wie 1 : 2670. Es ist Merkur ($87^{T},97$) mit Neptun ($60126^{T},7$), und der Comet von Encke (3,3 Jahre) mit dem von Gottfried Kirch zu Coburg, Newton und Halley beobachteten Cometen von 1680 (8814 Jahre) verglichen. Die Entfernung des unsrem Sonnensysteme nächsten Fixsternes (α Centauri) von dem, in einer vortrefflichen Abhandlung von Encke bestimmten Aphel (Punkt der Sonnenferne) des zuletzt genannten Cometen; die geringe Geschwindigkeit seines Laufs (10 Fuß in der Secunde) in diesem äußersten Theile seiner Bahn; die größte Nähe, in welche der Lexell-Burckhardt'sche Comet von 1770 der Erde (auf 6 Mondfernen), der Comet von 1680 (und noch mehr der von 1843) der Sonne gekommen sind: habe ich im Kosmos Buch I. S. 52 und 53, Buch III. S. 523 und 524 bereits abgehandelt. Der zweite Comet des Jahres 1819, welcher in beträchtlicher Größe plötzlich in Europa aus den Sonnenstrahlen heraustrat, ist seinen Elementen zufolge am 26. Juni (leider ungesehen!) vor der Sonnenscheibe vorausgegangen †). Eben dies muß der Fall gewesen sein mit dem Cometen von 1823, welcher außer dem gewöhnlichen, von der Sonne abgekehrten, auch einen anderen, der Sonne gerade zugewandten Schweif zeigte. Haben die Schweife beider Cometen eine beträchtliche Länge gehabt, so müssen dunstartige Theile derselben, wie gewiß öfters geschehen, sich mit unserer Atmosphäre gemischt

---

Clausen leiten gar auf Umlaufszeiten von $21\frac{4}{5}$ oder $7\frac{1}{4}$ Jahren: — Beweis genug, wie gewagt es ist, den Cometen von 1843 auf den Archonten Asteus zurückzuführen. Die Erwähnung eines Cometen unter dem Archonten Nicomachus in den Meteorol. lib. I. cap. 7, 10 gewährt wenigstens den Vortheil, uns zu lehren, daß dieses Werk geschrieben wurde, als Aristoteles wenigstens 44 Jahr alt war. Auffallend hat es mir immer geschienen, daß der große Mann, da er zur Zeit des Erdbebens von Achaja und der Erscheinung des großen Cometen im Orion, mit einem Schweif von 60° Länge, schon 14 Jahr alt war, mit so wenig Lebendigkeit von einem so glänzenden Gegenstande spricht, und sich begnügt, ihn unter die Cometen zu zählen, „die zu seiner Zeit gesehen wurden." Die Verwunderung steigt, wenn man in demselben Capitel erwähnt findet, er habe etwas neblichtes, ja, eine schwache Mähne (κόμη), um einen Fixstern in dem Hüftbein des Hundes (vielleicht Procyon im Kleinen Hunde) mit eigenen Augen gesehn (Meteorol. 1. 6, 9). Auch spricht Aristoteles (I. 6, 11) von seiner Beobachtung der Bedeckung eines Sterns in den Zwillingen durch die Scheibe des Jupiter. Was die dunstige Mähne oder Nebel-Umhüllung des Procyon (?) betrifft, so erinnert sie mich an eine Erscheinung, von der mehrmals in den altmexicanischen Reichs-Annalen, nach dem Codex Tellerianus, die Rede ist. „Dieses Jahr," heißt es darin, „dampfte (rauchte) wieder Citlalcholoa", der Planet Venus, auch Tlazoteotl im Aztekischen genannt (s. meine Vue des Cordillères T. II. p. 303): wahrscheinlich am griechischen, wie am mexicanischen Himmel ein Phänomen atmosphärischer Strahlenbrechung, die Erscheinung kleiner Stern-Höfe, halones.

*) Eduard Biot in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 751.

†) Galle in dem Anhange zu Olbers Cometenbahnen S. 221 No. 130. Ueber den wahrscheinlichen Durchgang des zweischweifigen Cometen von 1823 s. Edinb. Rev. 1848 No. 175 p. 193.) — Die kurz vorher im Text angeführte Abhandlung, die wahren Elemente des Cometen von 1680 enthaltend, vernichtet Halley's phantastische Idee, nach welcher derselbe bei einem vorausgesetzten Umlaufe von 575 Jahren zu allen großen Epochen der Menschengeschichte: zur Zeit der Sündfluth nach hebräischen Sagen, im Zeitalter des Ogyges nach griechischen Sagen, im trojanischen Kriege, bei der Zerstörung von Ninive, bei dem Tode von Julius Cäsar u. s. w., erschienen sei. Die Umlaufszeit ergiebt sich aus Encke's Berechnung zu 8814 Jahren. Seine geringste Entfernung von der Oberfläche der Sonne war am 17. Dec. 1680 nur 32000 geographische Meilen, also 20000 weniger als die Entfernung der Erde vom Monde. Das Aphel ist 853,3 Entfernungen der Erde von der Sonne, und das Verhältniß der kleinsten zur größten Entfernung von der Sonne ist wie 1 : 140000.

haben. Es ist die Frage aufgeworfen worden: ob die wundersamen Nebel von 1783 und 1831, welche einen großen Theil unseres Continents bedeckten, Folge einer solchen Vermischung gewesen sind?*)

Während die Quantität der strahlenden Wärme, welche die Cometen von 1680 und 1843 in so großer Sonnennähe empfingen, mit der Focal-Temperatur eines 32zölligen Brennspiegels verglichen wird†); will ein mir lange befreundeter, hochverdienter Astronom‡), daß „alle Cometen ohne festen Kern (wegen ihrer übermäßig geringen Dichtigkeit) keine Sonnenwärme, sondern nur die Temperatur des Weltraums||) haben. Erwägt man die vielen und auffallenden Analogien der Erscheinungen, welche nach Melloni und Forbes leuchtende und dunkle Wärmequellen darbieten, so scheint es schwer, bei dem dermaligen Zustande unserer physikalischen Gedankenverbindungen nicht in der Sonne selbst Processe anzunehmen, welche gleichzeitig durch Aetherschwingungen (Wellen verschiedener Länge) strahlendes Licht und strahlende Wärme erzeugen. Der angeblichen Verfinsterung des Mondes durch einen Cometen im Jahr 1454, welche der erste Uebersetzer des byzantinischen Schriftstellers Georg Phranza, der Jesuit Pontanus, in einer Münchner Handschrift glaubte aufgefunden zu haben, ist lange in vielen astronomischen Schriften gedacht worden. Dieser Durchgang eines Cometen zwischen Erde und Mond im Jahr 1454 ist eben so irrig als der von Lichtenberg behauptete des Cometen von 1770. Das Chronicon der Phranza ist vollständig zum erstenmal zu Wien 1796 erschienen, und es heißt ausdrücklich darin: daß im Weltjahr 6962, während daß sich eine Mondfinsterniß ereignete, ganz auf die gewöhnliche Weise nach der Ordnung und der Kreisbahn der himmlischen Lichter ein Comet, einem Nebel ähnlich, erschien, und dem Monde nahe kam. Das Weltjahr (= 1450) ist irrig, da Phranza bestimmt sagt, die Mondfinsterniß und der Comet seien nach der Einnahme von Constantinopel (19. Mai 1453) gesehen worden, und eine Mondfinsterniß wirklich am 12. Mai 1454 eintraf. (S. Jacobs in Zach's monatl. Corresp. Bd. XXIII. 1811 S. 196–202.)

Das Verhältniß des Lexell'schen Cometen zu den Jupitersmonden; die Störungen, die er durch sie erlitten, ohne auf ihre Umlaufszeiten einzuwirken (Kosmos Buch I. S. 53): sind von Le Verrier genauer untersucht worden. Messier entdeckte diesen merkwürdigen Cometen als einen schwachen Nebelfleck im Schützen am 14. Juni 1770; aber 8 Tage später leuchtete sein Kern schon als ein Stern zweiter Größe. Vor dem Perihel war kein Schweif sichtbar, nach demselben entwickelte sich derselbe durch geringe Ausströmungen kaum bis 1° Länge. Lexell fand seinem Cometen eine elliptische Bahn und die Umlaufszeit von 5,585 Jahren, was Burckhardt in seiner vortrefflichen Preisschrift von 1806 bestätigte. Nach Clausen hat er sich (den 1. Juli 1770) bis auf 363 Erd-Halbmesser (311000 geogr. Meilen oder 6 Mondfernen) der Erde genähert. Daß der Comet nicht früher (März 1776) und nicht später (October 1781) gesehen wurde, ist, nach Lexell's früherer Vermuthung, von Laplace in dem 4ten Bande der Mécanique céleste durch Störung von Seiten des Jupitersystems bei den Annäherungen in den beiden Jahren 1767 und 1779 analytisch dargethan worden. Le Verrier findet, daß nach einer Hypothese über die Bahn des Cometen derselbe 1779 durch die Kreise der Satelliten durchgegangen sei, nach einer anderen von dem [illegible]lliten nach außen weit entfernt blieb¶).

T[illegible]-Zustand des so selten begrenzten Kopfes oder Kernes wie der des Schweifes [illegible] um so räthselhafter, als derselbe keine Strahlenbrechung veranlaßt, und [illegible]o's wichtige Entdeckung (Kosmos Buch I. S. 50, und Anmerkungen) in [illegible] ein Antheil von polarisirtem, also von reflectirtem Sonnenlichte

*) [illegible] 1832 p. 236–255.
†) [illegible] 592.
‡) [illegible] Astr. Nachr. [illegible]
||) Kosmos Buch III. S. 403–405.
¶) Le Verrier in den Comptes rendus T. XIX. 1844 p. 982–993.

erwiesen wird. Wenn die kleinsten Sterne durch die dunstartigen Ausströmungen des Schweifes, ja fast durch das Centrum des Kernes selbst, oder wenigstens in größter Nähe des Centrums, in ungeschwächtem Glanze gesehen werden (per Cometem non aliter quam per nubem ulteriora cernuntur; Seneca, Nat. Quaest. VII, 18): so zeigt dagegen die Analyse des Cometenlichtes in Arago's Versuchen, denen ich beigewohnt, daß die Dunsthüllen trotz ihrer Zartheit fremdes Licht zurückzuwerfen fähig sind*); daß diese Weltkörper „eine unvollkommene Durchsichtigkeit†) haben, da das Licht nicht ungehindert durch sie durchgeht." In einer so lockeren Nebelgruppe erregen die einzelnen Beispiele großer Licht-Intensität, wie in dem Cometen von 1843, oder des sternartigen Leuchtens eines Kernes um so mehr Verwunderung, als man eine alleinige Zurückwerfung des Sonnenlichts annimmt. Sollte aber in den Cometen nicht daneben auch ein eigener lichterzeugender Proceß vorgehen?

Die ausströmenden, verdunstenden Theile aus Millionen Meilen langen, besenartigen, gefächerten Schweifen verbreiten sich in den Weltraum; und bilden vielleicht, entweder selbst das widerstandleistende, hemmende Fluidum‡), welches die Bahn des Encke'schen Cometen allmälig verengt: oder sie mischen sich mit dem alten Weltenstoffe, der sich nicht zu Himmelskörpern geballt, oder zu der Bildung des Ringes verdichtet hat, welcher uns als Thierkreislicht leuchtet. Wir sehen gleichsam vor unseren Augen materielle Theile verschwinden, und ahnden kaum, wo sie sich wiederum sammeln. So wahrscheinlich nun auch die Verdichtung einer den Weltraum füllenden gasartigen Flüssigkeit in der Nähe des Centralkörpers unseres Systems ist; so kann bei den Cometen, deren Kern nach Volz sich in der Sonnennähe verkleinert, diese da verdichtete Flüssigkeit doch wohl nicht als auf eine blasenartige Dunsthülle drückend gedacht werden||). Wenn bei den Ausströmungen der Cometen die Umrisse der lichtreflectirenden Dunsttheile gewöhnlich sehr unbestimmt sind; so ist es um so auffallender und für den Molecular-Zustand des Gestirns um so lehrreicher, daß bei einzelnen Individuen (z. B. bei dem Halley'schen Cometen Ende Januars 1836 am Cap der guten Hoffnung) eine Schärfe der Umrisse in dem parabolischen vorderen Theile des Körpers beobachtet worden ist, welche kaum eine unserer Haufenwolken uns je darbietet. Der berühmte Beobachter am Cap verglich den ungewohnten, von der Stärke gegenseitiger Anziehung der Theilchen zeugenden Anblick mit einem Alabaster-Gefäß, das von innen stark erleuchtet ist¶).

Seit dem Erscheinen des astronomischen Theils meines Naturgemäldes hat die Cometenwelt ein Ereigniß dargeboten, dessen bloße Möglichkeit man wohl vorher kaum geahndet hatte. Der Biela'sche Comet, ein innerer, von kurzer, 6¾jähriger Umlaufszeit, hat sich in zwei Cometen von ähnlicher Gestalt, doch ungleicher Dimension, beide mit Kopf und Schweif, getheilt. Sie haben sich, so lange man sie beobachten konnte, nicht wieder vereinigt, und sind gesondert fast parallel mit einander fortgeschritten. Am 19. December 1845 hatte Hind in dem ungetheilten Cometen schon eine Art Protuberanz gegen Norden bemerkt; aber am 21sten war noch (nach Encke's Beobachtung in Berlin) von einer

*) Newton nahm für die glänzendsten Cometen nur von der Sonne reflectirtes Licht an. Splendent Cometae, sagt er, luce solis a se reflexa (Princ. mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 577).

†) Bessel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.

‡) Kosmos Buch I. S. 51 und Buch III. S. 405.

||) Valz, Essai sur la détermination de la densité de l'éther dans l'espace planétaire 1830 p. 2 und Kosmos Buch I. S. 51. Der so sorgfältig und immer unbefangen beobachtende Hevelius war schon auf die Vergrößerung der Cometenkerne mit Zunahme der Entfernung von der Sonne aufmerksam gewesen (Pingré, Cométographie T. II. p. 193) Die Bestimmungen der Durchmesser des Cometen von Encke in der Sonnennähe sind, wenn man Genauigkeit haben will, sehr schwierig. Der Comet ist eine neblige Masse, in welcher die Mitte oder eine Stelle derselben die hellste, selbst hervorstechend hell ist. Von dieser Stelle aus, die aber nichts von einer Scheibe zeigt und nicht ein Cometenkopf genannt werden kann, nimmt ringsum das Licht schnell ab; dabei verlängert sich der Nebel nach einer Seite hin, so daß diese Verlängerung als Schweif erscheint. Die Messungen beziehen sich also auf diesen Nebel, dessen Umfang, ohne eine recht bestimmte Grenze zu haben, im Perihel abnimmt.

¶) Sir John Herschel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 § 366 Pl. XV und XVI

Elemente der 6 inneren Cometen, welche genauer berechnet sind.

	Encke	de Vico	Brorsen	d'Arrest	Biela	Faye
Durchgangszeit durch das Perihel in mittlerer	1848 Nov. 26.	1844 Sept. 2.	1846 Febr. 25.	1851 Juli 8.	1846 Febr. 10.	1843 Oct. 17.
Pariser Zeit	2^h 55′ 56″	11^h 33′ 57″	9^h 8′ 1″	16^h 57′ 23″	23^h 51′ 36″	3^h 42′ 16″
Länge des Perihels	157° 47′ 8″	342° 30′ 55″	116° 28′ 15″	322° 59′ 46″	109° 2′ 20″	49° 34′ 19″
Länge des aufsteigenden Knotens	334 22 12	63 49 17	102 40 58	148 27 20	245 54 39	209 29 19
Neigung gegen die Ekliptik	13 8 36	2 54 50	30 55 53	13 56 12	12 34 53	11 22 31
Halbe große Axe	2,214814	3,102800	3,146494	3,461846	3,524522	3,811790
Perihel-Distanz	0,337032	1,186401	0,650103	1,173976	0,856448	1,692579
Aphel-Distanz	4,092595	5,019198	5,642884	5,749717	6,192596	5,931001
Excentricität	0,847828	0,617635	0,793388	0,660881	0,757003	0,555962
Umlaufszeit in Tagen	1204	1996	2039	2353	2417	2718
Umlaufszeit in Jahren	3,30	5,47	5,58	6,44	6,62	7,44
berechnet von	Encke, Astr. Nachr. XXVII. p. 113.	Brünnow, gekrönte Preisschrift, Amst. 1849.	Brünnow, Astr. Nachr. XXIX. p. 377.	d'Arrest, Astr. Nachr. XXXIII. p. 125.	Plantamour, Astr. Nachr. XXV. p. 117.	Le [illegible]

schen 3° und 13°; nur die des Brorsen'schen Cometen ist sehr beträchtlich, und erreicht 31°. Alle bisher entdeckten inneren Cometen haben, wie die Haupt- und Nebenplaneten des gesammten Sonnensystems, eine directe oder rechtläufige Bewegung (von West nach Ost in ihren Bahnen fortschreitend). Sir John Herschel hat auf die größere Seltenheit rückläufiger Bewegung bei Cometen von geringer Neigung gegen die Ekliptik aufmerksam gemacht*). Diese entgegengesetzte Richtung der Bewegung, welche nur bei einer gewissen Classe planetarischer Körper vorkommt, ist in Hinsicht auf die sehr allgemein herrschende Meinung über die Entstehung der zu einem Systeme gehörenden Weltkörper und über primitive Stoß- und Wurfkraft von großer Wichtigkeit. Sie zeigt uns die Cometenwelt, wenn gleich auch in der weitesten Ferne, der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch in größerer Individualität und Unabhängigkeit. Eine solche Betrachtung hat zu der Idee verleitet, die Cometen für älter †) als alle Planeten, gleichsam für Urformen der sich locker ballenden Materie im Weltraume, zu halten. Es fragt sich dabei unter dieser Voraussetzung: ob nicht trotz der ungeheuren Entfernung des nächsten Fixsterns, dessen Parallaxe wir kennen, vom Aphel des Cometen von 1680 einige der Cometen, welche am Himmelsgewölbe erscheinen, nur Durchwanderer unsres Sonnensystemes sind, von einer Sonne zur anderen sich bewegend?

Ich lasse auf die Gruppe der Cometen, als mit vieler Wahrscheinlichkeit zum Sonnengebiete gehörig, den Ring des Thierkreislichtes folgen; und auf diesen die Schwärme der Meteor-Asteroiden, die bisweilen auf unsere Erde herabfallen und über deren Existenz als Körper im Weltraume noch keineswegs eine einstimmige Meinung herrscht. Da ich nach dem Vorgange von Chladni, Olbers, Laplace, Arago, John Herschel und Bessel die Aërolithen bestimmt für außerirdischen, kosmischen Ursprungs halte; so darf ich wohl am Schluß des Abschnitts über die Wandelsterne die zuversichtliche Erwartung aussprechen: daß durch fortgesetzte Genauigkeit in der Beobachtung der Aërolithen, Feuerkugeln und Sternschnuppen die entgegengesetzte Meinung eben so verschwinden werde, als die bis zu dem 16ten Jahrhundert allgemein verbreitete über den meteorologischen Ursprung der Cometen es längst ist. Während diese Gestirne schon von der astrologischen Corporation der „Chaldäer in Babylon," von einem großen Theile der pythagorischen Schule und von Apollonius dem Myndier für, zu bestimmten Zeiten in langen planetarischen Bahnen wiederkehrende Weltkörper gehalten wurden; erklärten die mächtige antipythagorische Schule des Aristoteles und der von Seneca bestrittene Epigenes die Cometen für Erzeugnisse meteorischer Processe in unserem Luftkreise ‡). Analoge Schwankungen

---

*) Outlines § 601.

†) Laplace, Expos. du Système du Monde p. 396 und 414. Der Laplacischen speciellen Ansicht von den Cometen als „wandernden Nebelflecken" (petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires) stehen die Fortschritte, welche seit dem Tode des großen Mannes in der Auflöslichkeit so vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht worden sind, mannigfach entgegen; auch der Umstand, daß die Cometen einen Antheil von zurückgeworfenem, polarisirtem Lichte haben, welcher den selbstleuchtenden Weltkörpern mangelt. Vergl. Kosmos Buch III. S. 458, 505 u. Anm. **), 506 Anm. *) 510 u. Anm. †).

‡) Zu Babylon in der gelehrten chaldäischen Schule der Astrologen, wie bei den Pythagoreern, und eigentlich bei allen alten Schulen, gab es Spaltung der Meinungen. Seneca (Nat. Quaest. VII, 3) führt die einander entgegengesetzten Zeugnisse des Apollonius Myndius und des Epigenes an. Der Letztere gehört zu den selten Genannten; doch bezeichnet ihn Plinius (VII, 57) als „gravis auctor in primis", wie auch ohne Lob Censorinus de die natali cap. 17 und Stob. Ecl. phys. I, 29 p. 586 ed. Heeren (vergl. Lobeck, Aglaoph. p. 341). Diodor (XV, 50) glaubt, daß die allgemeine und herrschende Ansicht bei den babylonischen Astrologen (den Chaldäern) die war: daß die Cometen zu fest bestimmten Zeiten in ihren sicheren Bahnen wiederkehren. Der Zwiespalt, welcher unter den Pythagoreern über die planetarische Natur der Cometen herrschte, und welchen Aristoteles (Meteorol. lib. I cap. 6, 1) und Pseudo-Plutarch (de plac. Philos. lib. III cap. 2) andeuten, dehnte sich nach dem Ersteren (Meteor. I, 8, 2) auch auf die Natur der Milchstraße, den verlassenen Weg der Sonne oder des gestürzten Phaethon, aus (vergl. Letronne in den Mém. de l'Acad. des Inscriptions 1839 T. XII. p. 108). Von einigen der Pythagoreer wird die Meinung bei Aristoteles angeführt: daß die Cometen zur Zahl solcher Planeten gehören, die erst nach langer Zeit, wie Merkur, sichtbar werden können, über den Horizont in ihrem Laufe aufsteigend. Bei dem so fragmentarischen Pseudo-Plutarch heißt es: daß sie „zu festbestimmten Zeiten nach vollbrachtem Umlaufe aufgehen." Vieles in abgesonderten Schriften über die Natur der Cometen Enthaltene ist uns verloren gegangen: von Arrian, den Stobäus benutzen konnte; von Charimander, dessen bloßer Name sich nur bei Seneca und Pappus erhalten hat. Stobäus führt als Meinung der Chaldäer an (Eclog.

or Dominique Cassini, dem man gemeinhin die erste Wahrnehmung des
schreibt, schon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerset) in seiner
Britannia Baconica dasselbe als eine vorher unbeschriebene und von
e lang im Februar und Anfang März gesehene Erscheinung der Auf-
tronomen empfiehlt; so muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers)
on Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho
16ten Jahrhunderts den Zodiacalschein sah und für eine abnorme
mmerung hielt. Die auffallend stärkere Licht-Intensität der Erscheinung
Küste von Valencia und in den Ebenen Neu-Castiliens, hat mich zu-
verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lich-
der Erleuchtung, nahm überraschend zu, je mehr ich mich in Südame-
see dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heitern Luft von
ssteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und
en, besonders in Höhen von acht- bis zwölftausend Fuß, in denen ich
nte, übertraf der Glanz bisweilen den der schönsten Stellen der Milch-
Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unse-
ennen, zwischen dem Adler und Schwan.
hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der
zu wachsen, sondern vielmehr hauptsächlich von der inneren Ver-
omens selbst, von der größeren oder geringeren Intensität des Licht-
eschienen: wie meine Beobachtungen in der Südsee zeigen, in wel-
hein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich
; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einflus-
eit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchsten Schichten
nd meine Instrumente in den unteren Schichten gar keine oder viel-
eter-Veränderungen andeuteten. Fortschritte in unserer Kenntniß
nd vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorolo-
ste Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodi-
n erreichen. Das Phänomen ist dort perpetuirlich; und eine sorg-
r Beobachtungen an Punkten verschiedener Höhe und unter ver-
nissen würde mit Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung
kosmischen Lichtprocessen, was bloßen meteorologischen Einflüssen

tet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden
hierkreislicht oder doch nur eine schwache Spur desselben gesehen
lchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältniß-
en? Die Untersuchung müßte sich aber nicht auf die Gestaltung
e von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Messungen
sität des Lichts, seine Gleichartigkeit oder seine etwanige Inter-
mmen), seine Analyse durch das Polariscop wären vorzugsweise
rago (Annuaire pour 1736 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß
gen von Dominique Cassini vielleicht klar erweisen würden: „que
mittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à
ns signalées par cet Astronome."
Pariser Beobachtungen dieses großen Beobachters und seines
ler zeigte sich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indischen Reisenden
Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meist nur schildernd die
hnten Anblick) sind zur gründlichen Discussion der Ursachen der
bar. Nicht auf schnellen Reisen auf den sogenannten Weltum-
nerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach

monatl. Corresp. Bd. X. S. 337—340), können ernst zum Zwecke führen. Nur ein mehrjähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Probleme veränderter Gestaltung und Licht-Intensität lösen. Daher ist am meisten für den Gegenstand, welcher uns hier beschäftigt, wie für die gesammte Meteorologie von der endlichen Verbreitung wissenschaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen spanischen Amerika zu erwarten, da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potosi, zwischen 10700 und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numerischen Resultate, zu denen Houzeau, auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen gestützt, hat gelangen können, machen es wahrscheinlich, daß die große Axe des Zodiacalschein-Ringes eben so wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt, als die Dunstmasse des Ringes, deren Molecular-Zustand uns ganz unbekannt ist, die Erdbahn überschreitet. (Schum. Astr. Nachr. No. 492.)

V.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine Uebersicht kosmischer Erscheinungen herausgegeben, sind die früheren Resultate der Beobachtung von Aerolithenfällen und periodischen Sternschnuppenströmen mannigfaltig erweitert und berichtigt worden. Vieles wurde einer strengeren und sorgfältigeren Kritik unterworfen: besonders die, für das Ganze des räthselhaften Phänomens so wichtige Erörterung der Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epochen der Sternschnuppenschwärme. Auch ist die Zahl solcher Epochen, von welchen lange die August- und die November-Periode allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen, durch neuere Beobachtungeu vermehrt worden, deren Resultate einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit darbieten. Man ist durch die verdienstvollen Bemühungen, zuerst von Brandes, Benzenberg, Olbers und Bessel; später von Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigey, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correspondirenden Messungen übergegangen; und ein mehr verbreiteter mathematischer Sinn hat es schwieriger gemacht, durch Selbsttäuschung einem vorgefaßten Theorem unsichere Beobachtungen anzupassen.

Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein, als man unpartheiisch Thatsachen von Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber nicht als ungewiß und schlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigsten scheint mir Absonderung der physischen Verhältnisse von den, im ganzen sicherer zu ergründenden, geometrischen und Zahlen-Verhältnissen. Zu der letzteren Classe gehören: Höhe; Geschwindigkeit; Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in sporadischen oder periodischen Erscheinungen, nach Frequenz auf dasselbe Zeitmaaß reducirt; Größe und Gestaltung, in Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abständen von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der physischen wie der geometrischen, wird allmälig zu einem und demselben Ziele, zu genetischen Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinung, führen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß wir im ganzen mit den Welträumen und dem, was sie erfüllt, nur in Verkehr stehen durch licht- und wärmeerregende Schwingungen; wie durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Massen (Weltkörper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unseren Erdball, dessen Oceane und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtschwingung, welche von dem kleinsten telescopischen Fixsterne, aus einem auflöslichen Nebelflecke ausgeht, und für die unser Auge empfänglich ist, bringt uns (wie es die sichere Kenntniß von der Geschwindigkeit und Aber-

ration des Lichtes mathematisch darthut) ein Zeugniß von dem ältesten Dasein der Materie*). Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der sterngefüllten Himmelsräume führt uns mittelst einer einfachen Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, indem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das einzige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können;" in ihnen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie dies schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, großentheils dieselben sind †).

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aërolithenfällen verdanken wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unserer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und des zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Falle der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unseren jetzigen Meinungen, den kosmischen Ursprung der Meteorsteine annahm. Der Eindruck, welchen eine so großartige Erscheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre später durch den, den peloponnesischen Krieg beendigenden Sieg des Lysander über die Athener noch berühmter ward) auf alle hellenische Völkerschaften machte, mußte auf die Richtung und Entwickelung der ionischen Physiologie ‡) einen entscheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm sind die Gestirne von der Erde durch die Gewalt des Umschwunges abgerissene Massen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, sei aus Steinen zusammengesetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die steinartigen festen Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth gesetzt, so daß sie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückstrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwischen ihm und der Erde, bewegen sich, sagt Anaxagoras nach dem Theophrast (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinsterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichsam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt sich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes ist ||), doch wahrscheinlich einer Zeitepoche zwischen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen sich," wie ich schon an einem Orte angeführt, „mit den sichtbaren Sternen auch unsichtbare (dunkle) Steinmassen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf

*) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm., Buch III. S. 425 und Anm. (Vergl. Baco, Nov. Organ. Lond. 1733 p. 371 und Will. Herschel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

†) Kosmos Buch I. S. 65 u. Anm. *), u. S. 67.

‡) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Buch I. S. 56 Anm., S. 59 Anm., S. 65 und 66 nebst Anmerkungen.

||) Brandis, Gesch. der Griechisch-Röm. Philosophie Th. I. S. 272–277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804-1811 (Berl. 1815) S. 79–124.

die Erde herab und verlöschen: wie es geschehen ist mit dem steinernen Stern welcher bei Aegos Potamoi gefallen ist." (Stob. Eclog. p. 508)*).

Die „Meinung einiger Physiker" über Feuermeteore (Sternschnuppen und Aërolithen), welche Plutarch im Leben des Lysander (cap. 12) umständlich entwickelt, ist ganz die des cretensischen Diogenes. „Sternschnuppen," heißt es dort, „sind nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welche, wenn sie in unseren Luftkreis kommen, nach der Entzündung erlöschen: sie sind vielmehr Wurf und Fall himmlischer Körper: dergestalt, daß sie durch ein Nachlassen des Schwunges herabgeschleudert werden†)." Von dieser Ansicht des Weltbaues, von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unsere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ionischen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles‡). Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade scheint die Ideen des Falles dunkler Massen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem späten Pseudo-Plutarch (Plac. II, 13) lesen wir bloß: daß der Milesier Thales „die Gestirne alle für irdische und feurige Körper (γεώδη καὶ ἔμπυρα)" hielt. Die Bestrebungen der früheren ionischen Physiologie waren gerichtet auf das Erspähen des Urgrundes der Dinge, des Entstehens durch Mischung, stufenweise Veränderung und Uebergänge der Stoffe in einander; auf die Processe des Werdens durch Erstarrung oder Verdünnung. Des Umschwungs der Himmelssphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt festhält," gedenkt allerdings schon Empedocles als einer wirksam bewegenden kosmischen Kraft. Da in diesen ersten Anklängen physikalischer Theorien der Aether, die Feuerluft, ja das Feuer selbst die Expansivkraft der Wärme darstellt; so knüpfte sich an die hohe Region des Aethers die Idee des treibenden, von der Erde Felsstücke wegreißenden Umschwunges. Daher nennt Aristoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) den Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper," gleichsam das nächste Substratum der Bewegung; und sucht etymologische Gründe ||) für diese Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des Lysander: „daß das Nachlassen der Schwungkraft den Fall himmlischer Körper verursacht;" wie auch an einem anderen Orte, wo Plutarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaxagoras oder des Diogenes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae pag. 923), er die Behauptung aufstellt: „daß der Mond, wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder" ¶). So sehen wir in diesem Gleichniß nach der Annahme eines centrifugalen Umschwunges, welchen Empedocles in der (scheinbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmälig als idealen Gegensatz eine

---

*) Wenn Stobäus in derselben Stelle (Ecl. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuschreibt, er habe die Sterne bimssteinartige Körper (also poröse Steine) genannt; so mag die Veranlassung zu dieser Benennung wohl die im Alterthum so verbreitete Idee sein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünstungen genährt werden. Die Sonne giebt das Eingesogene wieder zurück. (Aristot. Meteorol. ed. Ideler T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV, 2.) Die bimssteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Diese, welche nicht gesehen werden können, so lange sie in den himmlischen Räumen umherirren, sind Steine, entzünden sich und verlöschen, wenn sie zur Erde herabfallen." (Plut. de plac. Philos. II, 13.) Den Fall von Meteorsteinen hält Plinius (II, 59) für häufig: „decidere tamen crebro, non erit dubium"; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöse hervorbringt (II, 43). Die analog scheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anaximenes nennt (Nat. Quaest. lib. II, 17) bezieht sich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

†) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet, wörtlich übersetzt, also: „Wahrscheinlich ist die Meinung Einiger, die gesagt haben: die Sternschnuppen seien nicht Abflüsse noch Verbreitungen des ätherischen Feuers, welches in der Luft verlösche gleich bei seiner Entzündung: noch auch Entflammung und Entbrennung von Luft, die sich in Menge abgelöst habe nach der oberen Region: sondern Wurf und Fall himmlischer Körper, welche wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine ungeregelte Bewegung durch einen Absprung nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geschleudert werden, sondern meistentheils außerhalb in das große Meer fallen, weshalb sie auch verborgen bleiben."

‡) Ueber absolut dunkle Weltkörper oder solche, in denen der Lichtproceß (periodisch?) aufhört, über die Meinungen der Neueren (Laplace und Bessel), und über die von Peters in Königsberg bestätigte Bessel'sche Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: s. Kosmos Buch III. S. 485.

||) Vergl. Kosmos Buch III. S. 400 und 401 Anm. *).

¶) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt, wörtlich übersetzt: „Ist doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen seine Bewegung selbst und das Heftige des Kreisumlaufes, so wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umschwung im Kreise ein Hinderniß des Herabfallens haben.

Centripetalkraft auftreten. Diese Kraft wird eigens und deutlicher bezeichnet von dem scharfsinnigsten aller Erklärer des Aristoteles, Simplicius (pag. 491, Bekker). Er will das Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten." Dies sind die ersten Ahndungen über wirkende Centralkräfte; und, gleichsam auch die Trägheit der Materie anerkennend, schreibt zuerst der Alexandriner Johannes Philoponus, Schüler des Ammonius Hermeä, wahrscheinlich auch aus dem 6ten Jahrhundert, „die Bewegung der kreisenden Planeten einem primitiven Stoße" zu, welchen er sinnig (de creatione mundi lib. I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller schweren und leichten Stoffe gegen die Erde," verbindet. So haben wir versucht zu zeigen, wie eine große Naturerscheinung und die früheste, rein kosmische Erklärung eines Aërolithenfalles wesentlich dazu beigetragen hat, im griechischen Alterthum stufenweise, aber freilich nicht durch mathematische Gedankenverbindung, die Keime von dem zu entwickeln, was, durch die Geistesarbeit der folgenden Jahrhunderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Gesetzen der Kreisbewegung führte.

Von den geometrischen Verhältnissen der periodischen (nicht sporadischen) Sternschnuppen beginnend, richten wir unsere Aufmerksamkeit vorzugweise auf das, was neuere Beobachtungen über die Radiation oder die Ausgangspunkte der Meteore, und über ihre ganz planetarische Geschwindigkeit offenbart haben. Beides, Radiation und Geschwindigkeit, charakterisirt sie mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit als leuchtende Körper, die sich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen, und von außen, aus dem Weltraume, in unsere Atmosphäre gelangen. Die nordamerikanischen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternschnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen lassen; die Beobachtungen des August-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perseus, oder einen Punkt zwischen dem Perseus und dem Stier. Es waren diese Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin sich etwa in derselben Epoche die Erde bewegte *). Saigey, der die amerikanischen Beobachtungen von 1833 einer sehr genauen Untersuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fixe Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages, bemerkt worden ist; daß von 18 Beobachtern zwischen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denselben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten †), welchen Denison Olmsted, Professor der Mathematik in New-Haven (Massachusetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm daselbst angestellte, sehr genaue Beobachtungen über periodische Sternschnuppen in gedrängter Kürze darbietet, enthält Resultate der Radiations-Erscheinungen, welche um so wichtiger sind, als der Beobachter sie mit mathematischer Strenge discutirt hat. Nach ihm ‡) „ist es eigenthümlich für die Sternschnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerstreut sind als die der August-Periode. In jeder der beiden Perioden sind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach gewesen; keinesweges immer von demselben Sternbilde ausgehend, wie man seit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war." Heis findet in den August-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Hauptausgangspunkt des Algol im Perseus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol ||). „Um genaue Resultate über die Ausgangspunkte der Sternschnuppen-

*) Kosmos Buch I. S. 58.

†) Coulvier-Gravier und Saigey, Recherches sur les Etoiles filantes 1847 p. 69–86.

‡) „Die periodischen Sternschnuppen und die Resultate der Erscheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angestellten Beobachtungen, von Eduard Heis" (1849) S. 7 und 26–30.

||) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der August-Periode gründet sich nur auf die Beobachtungen des einzigen Jahres 1839 (10. August). Ein Reisender im Orient, Dr. Asahel Grant, meldet

Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 zu ziehen, wurden für einen jeden der 4 Punkte (Perseus, Löwe, Cassiopeja und Drachenkopf) einzeln die zu demselben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel aufgezeichnet, und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meisten Bahnen ausgingen. Die Untersuchung ergab, daß von 407 der Bahn nach verzeichneten Sternschnuppen 171 aus dem Perseus nahe beim Sterne η im Medusenhaupte, 83 aus dem Löwen, 35 aus der Cassiopeja in der Nähe des veränderlichen Sternes α, 40 aus dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbestimmten Punkten kamen. Die Zahl der aus dem Perseus ausstrahlenden Sternschnuppen betrug also fast doppelt so viel als die des Löwen *)."

Die Radiation aus dem Perseus hat sich demnach in beiden Perioden als ein sehr merkwürdiges Resultat erwiesen. Ein scharfsinniger, acht bis zehn Jahre mit den Meteor-Phänomenen beschäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunct an der Sternwarte zu Bonn, äußert sich über diesen Gegenstand mit großer Bestimmtheit in einem Briefe an mich (Juli 1851): „Abstrahire ich von den reichen Sternschnuppenfällen im November 1833 und 1834, so wie von einigen späteren der Art, wo der Punkt im Löwen ganze Schaaren von Meteoren aussandte; so bin ich gegenwärtig geneigt, den Perseus-Punkt als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im August, sondern das ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Dieser Punkt liegt, wenn ich die aus 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in RA. 50°,3 und Decl. 51°,5 (gültig für 1844,6). Im Nov. 1849 (7ten—14ten) sah ich ein paar hundert Sternschnuppen mehr, als ich seit 1841 je im Nov. bemerkt hatte. Von diesen kamen im ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meisten gehörten dem Sternbild des Perseus an. Daraus folgt, wie mir scheint, daß das große November-Phänomen von 1799 und 1833 damals (1841 nicht erschienen ist. Auch glaubte Olbers an eine Periode von 34 Jahren für das Maximum der November-Erscheinung (Kosmos Buch I. S. 62). Wenn man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication und periodischen Wiederkehr betrachtet: so findet man, daß es gewisse Radiationspunkte giebt, die immer vertreten sind; andere, die nur sporadisch und wechselnd erscheinen."

Ob übrigens die verschiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren sich ändern: was, wenn man geschlossene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe andeuten würde, in welchen die Meteore sich bewegen; läßt sich bis jetzt nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen bestimmen. Eine schöne Reihe solcher Beobachtungen von Houzeau (aus den Jahren 1839 bis 1842) scheint gegen eine progressive Veränderung zu zeugen †). Daß man im griechischen und römischen Alterthum schon auf eine gewisse temporäre Gleichförmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinschießenden Sternschnuppen aufmerksam gewesen ist, hat sehr richtig Eduard Heis ‡) bemerkt. Jene Richtung wurde

---

aus Mardin in Mesopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternschnuppen, welche alle von der Gegend des Polarsterns ausgingen, wie gefurcht war." (Heis S. 28, nach einem Briefe Herrick's an Quetelet und Grant's Tagebuche.)

*) Es hatte aber dieses Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perseus über den des Löwen noch keinesweges statt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom 13.–14. Nov. 1838. Ein sehr geübter Beobachter, Roswinkel, sah bei einem reichen Sternschnuppen-Fall fast sämmtliche Bahnen aus dem Löwen und dem südlichen Theile des Großen Bären ausgehen, während in der Nacht vom 12.–13. Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternschnuppen-Falle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. Astr. Nachr. No. 372) setzt sehr bedeutsam hinzu: „Die Bahnen in dieser Nacht zeigten unter sich nichts paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels an Parallelismus) schienen sie zu den sporadischen und nicht zu den periodischen zu gehören. Das eigentliche November-Phänomen war aber freilich nicht an Glanz mit denen der Jahre 1798, 1832 und 1833 zu vergleichen."

†) Saigey p. 151, und über Erman's Bestimmung der den Radiations- oder Ausgangspunkten diametral entgegengesetzten Convergenz-Punkte p. 125–129.

‡) Heis, period. Sternschn. S. 6. (Vergl. Aristot. Problem. XXVI. 23; Seneca, Nat. Quaest. lib. I. 14: „ventum significat stellarum discurrentium lapsus, et quidem ab ea parte, qua erumpit.") Ich selbst habe lange, besonders während meines Aufenthaltes in Marseille zur Zeit der ägyptischen Expedition, an den Einfluß der Winde auf die Richtung de Sternschnuppen geglaubt.

damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derselben Weltgegend eintretenden und herabsteigenden Luftstrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodischen Sternschnuppenströme sich von den sporadischen schon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, strahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterscheiden; so ist ein zweites Criterium derselben das numerische: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein bestimmtes Zeitmaaß zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbestrittene Aufgabe der Unterscheidung eines außerordentlichen Sternschnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Gesichtskreis einer Person an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Meteore an *). Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aërolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen †).

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6. August	6	1
7. „	11	3
8. „	15	4
9. „	29	8
10. August	31	6
11. „	19	5
12. „	7	3

Das letzte Jahr, 1851, also ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondscheins:

am 7. August . . 3 Meteore.	am 10. August . . 18 Meteore.
8. „ . . . . 8 „	11. „ . . . . 8 „
9. „ . . . . 16 „	12. „ . . . . 1 „

(Nach Heis wurden beobachtet am 10. August:

1839 in 1 Stunde 160 Meteore.
1841 ——— 43 „
1848 ——— 50 „

In 10 Minuten fielen 1842 im August-Meteorstrome zur Zeit des Maximums 34 Sternschnuppen.) Alle diese Zahlen beziehen sich auf den Gesichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 sind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12. Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch stündlich 22 bis 35 Meteore, eben so am 13. Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verschieden ist der Reichthum in den periodischen Strömen der einzelnen

*) Kosmos Buch I. S. 55 Anm. †).

†) Alles, was von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterschieden ist, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber dessen frühere Arbeiten von 1842–1844 s. Saigey p. 159.

zwischen kosmischen und tellurischen Hypothesen, zwischen dem Weltraume und der
sphäre führen endlich doch zu einer richtigen Ansicht der Naturerscheinungen zurück.

IV.

Ring des Thierkreislichtes.

In unserem formenreichen Sonnensysteme sind Existenz, Ort und Gestaltung
einzelnen Glieder seit kaum drittehalbhundert Jahren und in langen Zwischenräum
Zeit allmälig erkannt worden: zuerst die untergeordneten oder Particular-Sys
in denen, dem Hauptsysteme der Sonne analog, geballte kleinere Weltkörper einen
ren umkreisen; dann concentrische Ringe um einen, und zwar den satellitenreichste
undichteren und äußeren Hauptplaneten; dann das Dasein und die wahrscheinlich
terielle Ursache des milden, pyramidal gestalteten, dem unbewaffneten Auge sehr sich
Thierkreislichtes; dann die sich gegenseitig schneidenden, zwischen den Gebieten
Hauptplaneten eingeschlossenen, außerhalb der Zodiacal-Zone liegenden Bahnen d
genannten Kleinen Planeten oder Asteroiden; endlich die merkwürdige Grupp
inneren Cometen, deren Aphele kleiner als die Aphele des Saturn, des Uranu
des Neptun sind. In einer kosmischen Darstellung des Weltraumes ist es nöthig, a
Verschiedenartigkeit der Glieder des Sonnensystems zu erinnern, welche keines
Gleichartigkeit des Ursprungs und dauernde Abhängigkeit der bewegenden Kräfte
schließt.

So groß auch noch das Dunkel ist, welches die materielle Ursach des Thierkreis
umhüllt; so scheint doch, bei der mathematischen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmos
nicht weiter als bis zu $\frac{9}{20}$ des Merkurabstandes reichen könne, die von Laplace, Schu
Arago, Poisson und Biot vertheidigte Meinung, nach der das Zodiacallicht aus
dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwischen der Venus- und Marsbahn k
den Ringe ausstrahle, in dem gegenwärtigen sehr mangelhaften Zustande der Be
tungen die befriedigendste zu sein. Die äußerste Grenze der Atmosphäre hat sich b
Sonne wie im Saturn (einem untergeordneten Systeme) nur bis dahin ausdehnen
nen, wo die Attraction des allgemeinen oder partiellen Centralkörpers der Schwun
genau das Gleichgewicht hält; jenseits mußte die Atmosphäre nach der Tangente e
chen, und geballt als kugelförmige Planeten und Trabanten, oder nicht geballt zu R
als feste und dunstförmige Ringe den Umlauf fortsetzen. Nach dieser Betrachtung tri
Ring des Zodiacallichts in die Categorie planetarischer Formen, welche den
meinen Bildungsgesetzen unterworfen sind.

Bei den so geringen Fortschritten, welche auf dem Wege der Beobachtung dieser
nachlässigte Theil unserer astronomischen Kenntnisse macht, habe ich wenig zu dem
setzen, was, fremder und eigener Erfahrung entnommen, ich früher in dem Naturgem
(Buch I. S. 67–72 und Anmerkungen bis S. 74; Buch III. S. 507) entwickelt

lib. I cap. 25 p. 61, Christ. Plantinus): daß die Cometen eben deshalb so selten uns sichtbar bleiben, weil sie in ihrem langen Laufe sich fern von uns in die Tiefen des Aethers (des Weltraums) verbergen, wie die Fische in den Tiefen des Oceans. Das Anmuthigste und, trotz der rhetorischen Färbung, das Gründlichste und mit den jetzigen Meinungen Uebereinstimmendste gehört im Alterthum dem Seneca zu. Wir lesen Nat. Quaest. lib. VII cap. 22, 25 und 31: „Non enim existimo Cometem subitaneum ignem, sed inter aeterna opera naturae. — Quid enim miramur, cometas, tam rarum mundi spectaculum, nondum teneri legibus certis? nec initia illorum finesque patescere, quorum ex ingentibus intervallis recursus est? Nondum sunt anni quingenti, ex quo Graecia . . .
stellis numeros et nomina fecit. Multaeque
sunt gentes, quae tantum facie noverint c
quae nondum sciant, cur luna deficiat, quare
bretur. Hoc apud nos quoque nuper ratio
tum perduxit. Veniet tempus, quo ista, qua
latent, in lucem dies extrahat et longioris aev
gentia. Veniet tempus, quo posteri nostri tam
ta nos nescisse mirentur. — Eleusis servat, qu
tendat revisentibus. Rerum natura sacra su
simul tradit. Initiatos nos credimus; in ves
ejus haeremus. Illa arcana non promiscue n
nibus patent, reducta et in interiore sacrario
sunt. Ex quibus aliud haec aetas, aliud qua
nos subibit, dispiciet. Tarde magna provenin

Wenn 22 Jahre vor Dominique Cassini, dem man gemeinhin die erste Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuschreibt, schon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerset) in seiner 1661 erschienenen Britannia Baconica dasselbe als eine vorher unbeschriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März gesehene Erscheinung der Aufmerksamkeit der Astronomen empfiehlt; so muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho schon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalschein sah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend stärkere Licht-Intensität der Erscheinung in Spanien, an der Küste von Valencia und in den Ebenen Neu-Castiliens, hat mich zuerst, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf sagen der Erleuchtung, nahm überraschend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südsee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heitern Luft von Cumana, in den Grassteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicanischen Seen, besonders in Höhen von acht- bis zwölftausend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte, übertraf der Glanz bisweilen den der schönsten Stellen der Milchstraße zwischen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unserer Hemisphäre zu nennen, zwischen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachsen, sondern vielmehr hauptsächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens selbst, von der größeren oder geringeren Intensität des Lichtprocesses abzuhangen geschienen: wie meine Beobachtungen in der Südsee zeigen, in welchen sogar ein Gegenschein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich sage: hauptsächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einflusses der Luftbeschaffenheit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchsten Schichten der Atmosphäre, während meine Instrumente in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günstige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortschritte in unserer Kenntniß des Thierkreislichtes sind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologischen Processe die höchste Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen ist dort perpetuirlich; und eine sorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verschiedener Höhe und unter verschiedenen Localverhältnissen würde mit Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung entscheiden, was man kosmischen Lichtprocessen, was bloßen meteorologischen Einflüssen zuschreiben soll.

Es ist mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren fast gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine schwache Spur desselben gesehen worden sei. Sollte in solchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geschwächt erscheinen? Die Untersuchung müßte sich aber nicht auf die Gestaltung nach Angabe der Abstände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Messungen beschränken. Die Intensität des Lichts, seine Gleichartigkeit oder seine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), seine Analyse durch das Polariscop wären vorzugsweise zu erforschen. Bereits Arago (Annuaire pour 1736 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Cassini vielleicht klar erweisen würden: „que la supposition des intermittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome."

Gleich nach den ersten Pariser Beobachtungen dieses großen Beobachters und seines Freundes Fatio de Duillier zeigte sich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indischen Reisenden (Pater Noël, de Bèze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meist nur schildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) sind zur gründlichen Discussion der Ursachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht auf schnellen Reisen auf den sogenannten Weltumseglungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach

monatl. Corresp. Bd. X. S. 337—340), können ernst zum Zwecke führen. Nur e
jähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Problen
derter Gestaltung und Licht-Intensität lösen. Daher ist am meisten für den Ge
welcher uns hier beschäftigt, wie für die gesammte Meteorologie von der endlichen
tung wissenschaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen spanisch
rika zu erwarten, da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potosi, zwische
und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numerischen Resultate, zu denen
auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen gestütz
langen können, machen es wahrscheinlich, daß die große Axe des Zodiacalschein
eben so wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt, als die D
des Ringes, deren Molecular-Zustand uns ganz unbekannt ist, die Erdbahn über
(Schum. Astr. Nachr. No. 492.)

V.

Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine U
kosmischer Erscheinungen herausgegeben, sind die früheren Resultate der Beobacht
Aërolithenfällen und periodischen Sternschnuppenströmen mannigfaltig erweitert
richtigt worden. Vieles wurde einer strengeren und sorgfältigeren Kritik unter
besonders die, für das Ganze des räthselhaften Phänomens so wichtige Erörter
Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epo
Sternschnuppenschwärme. Auch ist die Zahl solcher Epochen, von welchen lange
gust- und die November-Periode allein die Aufmerksamkeit auf sich zogen
neuere Beobachtungeu vermehrt worden, deren Resultate einen hohen Grad der
scheinlichkeit darbieten. Man ist durch die verdienstvollen Bemühungen, zuerst von
des, Benzenberg, Olbers und Bessel; später von Erman, Boguslawski, Quetele
Saigey, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correspondirenden Me
übergegangen; und ein mehr verbreiteter mathematischer Sinn hat es schwieriger
durch Selbsttäuschung einem vorgefaßten Theorem unsichere Beobachtungen anzup

Die Fortschritte in dem Studium der Feuermeteore werden um so schneller sein,
unpartheiisch Thatsachen von Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber n
ungewiß und schlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erkläre
Am wichtigsten scheint mir Absonderung der physischen Verhältnisse von den, im
sicherer zu ergründenden, geometrischen und Zahlen-Verhältnissen. Zu der
Classe gehören: Höhe; Geschwindigkeit; Einheit oder Mehrfachheit der Ausgang
bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in sporadischen oder
dischen Erscheinungen, nach Frequenz auf dasselbe Zeitmaaß reducirt; Größe u
staltung, in Zusammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abständen von de
der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältnissen, der phy
wie der geometrischen, wird allmälig zu einem und demselben Ziele, zu gene
Betrachtungen über die innere Natur der Erscheinung, führen.

Ich habe schon früher darauf hingewiesen, daß wir im ganzen mit den Welt
und dem, was sie erfüllt, nur in Verkehr stehen durch licht- und wärmeerre
Schwingungen; wie durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne M
(Weltkörper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unseren Erdball, dessen
und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtschwingung, welche von dem kleinsten telesc
Firsterne, aus einem auflöslichen Nebelflecke ausgeht, und für die unser Auge e
lich ist, bringt uns (wie es die sichere Kenntniß von der Geschwindigkeit und

ration des Lichtes mathematisch darthut) ein Zeugniß von dem ältesten Dasein der Materie*). Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der sterngefüllten Himmelsräume führt uns mittelst einer einfachen Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, indem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das einzige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können;" in ihnen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie dies schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, großentheils dieselben sind †).

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aërolithenfällen verdanken wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unserer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und des zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Falle der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unseren jetzigen Meinungen, den kosmischen Ursprung der Meteorsteine annahm. Der Eindruck, welchen eine so großartige Erscheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre später durch den, den peloponnesischen Krieg beendigenden Sieg des Lysander über die Athener noch berühmter ward) auf alle hellenische Völkerschaften machte, mußte auf die Richtung und Entwickelung der ionischen Physiologie ‡) einen entscheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm sind die Gestirne von der Erde durch die Gewalt des Umschwunges abgerissene Massen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, sei aus Steinen zusammengesetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die steinartigen festen Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth gesetzt, so daß sie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückstrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwischen ihm und der Erde, bewegen sich, sagt Anaxagoras nach dem Theophrast (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinsterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichsam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt sich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes ist ||), doch wahrscheinlich einer Zeitepoche zwischen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen sich," wie ich schon an einem Orte angeführt, „mit den sichtbaren Sternen auch unsichtbare (dunkle) Steinmassen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf

---

*) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Buch I. S. 77 und Anm., Buch III. S. 425 und Anm. (Vergl. Baco, Nov. Organ. Lond. 1733 p. 371 und Will. Herschel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

†) Kosmos Buch I. S. 65 u. Anm. *), u. S. 67.

‡) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Buch I. S. 56 Anm., S. 59 Anm., S. 65 und 66 nebst Anmerkungen.

||) Brandis, Gesch. der Griechisch-Röm. Philosophie Th. I. S. 272–277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804–1811 (Berl. 1815) S. 79–124.

die Erde herab und verlöschen: wie es geschehen ist mit dem steinernen Stern welcher bei Aegos Potamoi gefallen ist." (Stob. Eclog. p. 508)*).

Die „Meinung einiger Physiker" über Feuermeteore (Sternschnuppen und Aërolithen), welche Plutarch im Leben des Lysander (cap. 12) umständlich entwickelt, ist ganz die des cretensischen Diogenes. „Sternschnuppen," heißt es dort, „sind nicht Auswürfe und Abflüsse des ätherischen Feuers, welche, wenn sie in unseren Luftkreis kommen, nach der Entzündung erlöschen: sie sind vielmehr Wurf und Fall himmlischer Körper: dergestalt, daß sie durch ein Nachlassen des Schwunges herabgeschleudert werden †)." Von dieser Ansicht des Weltbaues, von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unsere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ionischen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles ‡). Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade scheint die Ideen des Falles dunkler Massen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem späten Pseudo-Plutarch (Plac. II, 13) lesen wir bloß: daß der Milesier Thales „die Gestirne alle für irdische und feurige Körper (γεώδη καὶ ἔμπυρα)" hielt. Die Bestrebungen der früheren ionischen Physiologie waren gerichtet auf das Erspähen des Urgrundes der Dinge, des Entstehens durch Mischung, stufenweise Veränderung und Uebergänge der Stoffe in einander; auf die Processe des Werdens durch Erstarrung oder Verdünnung. Des Umschwungs der Himmelssphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt festhält," gedenkt allerdings schon Empedocles als einer wirksam bewegenden kosmischen Kraft. Da in diesen ersten Anklängen physikalischer Theorien der Aether, die Feuerluft, ja das Feuer selbst die Expansivkraft der Wärme darstellt; so knüpfte sich an die hohe Region des Aethers die Idee des treibenden, von der Erde Felsstücke wegreißenden Umschwunges. Daher nennt Aristoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) den Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper," gleichsam das nächste Substratum der Bewegung; und sucht etymologische Gründe ||) für diese Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des Lysander: „daß das Nachlassen der Schwungkraft den Fall himmlischer Körper verursacht;" wie auch an einem anderen Orte, wo Plutarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaxagoras oder des Diogenes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae pag. 923), er die Behauptung aufstellt: „daß der Mond, wenn seine Schwungkraft aufhörte zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder" ¶). So sehen wir in diesem Gleichniß nach der Annahme eines centrifugalen Umschwunges, welchen Empedocles in der (scheinbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmälig als idealen Gegensatz eine

---

*) Wenn Stobäus in derselben Stelle (Ecl. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuschreibt, er habe die Sterne bimssteinartige Körper (also poröse Steine) genannt; so mag die Veranlassung zu dieser Benennung wohl die im Alterthum so verbreitete Idee sein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünstungen genährt werden. Die Sonne giebt das Eingesogene wieder zurück. (Aristot. Meteorol. ed. Ideler T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV, 2.) Die bimssteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Diese, welche nicht gesehen werden können, so lange sie in den himmlischen Räumen umherirren, sind Steine, entzünden sich und verlöschen, wenn sie zur Erde herabfallen." (Plut. de plac. Philos. II, 13.) Den Fall von Meteorsteinen hält Plinius (II, 59) für häufig: „decidere tamen crebro, non erit dubium"; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöse hervorbringt (II, 43). Die analog scheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anaximenes nennt (Nat. Quaest. lib. II, 17) bezieht sich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

†) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet, wörtlich übersetzt, also: „Wahrscheinlich ist die Meinung Einiger, die gesagt haben: die Sternschnuppen seien nicht Abflüsse noch Verbreitungen des ätherischen Feuers, welches in der Luft verlösche gleich bei seiner Entzündung: noch auch Entflammung und Entbrennung von Luft, die sich in Menge abgelöst habe nach der oberen Region: sondern Wurf und Fall himmlischer Körper, welche wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine ungeregelte Bewegung durch einen Absprung nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geschleudert werden, sondern meistentheils außerhalb in das große Meer fallen, weshalb sie auch verborgen bleiben."

‡) Ueber absolut dunkle Weltkörper oder solche, in denen der Lichtproceß (periodisch?) aufhört, über die Meinungen der Neueren (Laplace und Bessel), und über die von Peters in Königsberg bestätigte Bessel'sche Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: s. Kosmos Buch III. S. 485.

||) Vergl. Kosmos Buch III. S. 400 und 40[illegible] Anm. *).

¶) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt wörtlich übersetzt: „Ist doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen seine Bewegung selbst und das Heftige des Kreisumlaufes, so wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umschwung im Kreise ein Hinderniß des Herabfallens haben.

Centripetalkraft auftreten. Diese Kraft wird eigens und deutlicher bezeichnet von dem scharfsinnigsten aller Erklärer des Aristoteles, Simplicius (pag. 491, Bekker). Er will das Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten." Dies sind die ersten Ahndungen über wirkende Centralkräfte; und, gleichsam auch die Trägheit der Materie anerkennend, schreibt zuerst der Alexandriner Johannes Philoponus, Schüler des Ammonius Hermeä, wahrscheinlich auch aus dem 6ten Jahrhundert, „die Bewegung der kreisenden Planeten einem primitiven Stoße" zu, welchen er sinnig (de creatione mundi lib. I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller schweren und leichten Stoffe gegen die Erde," verbindet. So haben wir versucht zu zeigen, wie eine große Naturerscheinung und die früheste, rein kosmische Erklärung eines Aërolithenfalles wesentlich dazu beigetragen hat, im griechischen Alterthum stufenweise, aber freilich nicht durch mathematische Gedankenverbindung, die Keime von dem zu entwickeln, was, durch die Geistesarbeit der folgenden Jahrhunderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Gesetzen der Kreisbewegung führte.

Von den geometrischen Verhältnissen der periodischen (nicht sporadischen) Sternschnuppen beginnend, richten wir unsere Aufmerksamkeit vorzugweise auf das, was neuere Beobachtungen über die Radiation oder die Ausgangspunkte der Meteore, und über ihre ganz planetarische Geschwindigkeit offenbart haben. Beides, Radiation und Geschwindigkeit, charakterisirt sie mit einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit als leuchtende Körper, die sich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen, und von außen, aus dem Weltraume, in unsere Atmosphäre gelangen. Die nordamerikanischen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternschnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen lassen; die Beobachtungen des August-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perseus, oder einen Punkt zwischen dem Perseus und dem Stier. Es waren diese Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin sich etwa in derselben Epoche die Erde bewegte *). Saigey, der die amerikanischen Beobachtungen von 1833 einer sehr genauen Untersuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fixe Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages, bemerkt worden ist; daß von 18 Beobachtern zwischen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denselben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten †), welchen Denison Olmsted, Professor der Mathematik in New-Haven (Massachusetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm daselbst angestellte, sehr genaue Beobachtungen über periodische Sternschnuppen in gedrängter Kürze darbietet, enthält Resultate der Radiations-Erscheinungen, welche um so wichtiger sind, als der Beobachter sie mit mathematischer Strenge discutirt hat. Nach ihm ‡) „ist es eigenthümlich für die Sternschnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerstreut sind als die der August-Periode. In jeder der beiden Perioden sind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach gewesen; keinesweges immer von demselben Sternbilde ausgehend, wie man seit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war." Heis findet in den August-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Hauptausgangspunkt des Algol im Perseus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol ||). „Um genaue Resultate über die Ausgangspunkte der Sternschnuppen-

*) Kosmos Buch I. S. 58.

†) Coulvier-Gravier und Saigey, Recherches sur les Etoiles filantes 1847 p. 69–86.

‡) „Die periodischen Sternschnuppen und die Resultate der Erscheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angestellten Beobachtungen, von Eduard Heis" (1849) S. 7 und 26–30.

||) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der August-Periode gründet sich nur auf die Beobachtungen des einzigen Jahres 1839 (10. August). Ein Reisender im Orient, Dr. Asahel Grant, meldet

Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 ziehen, wurden für einen jeden der 4 Punkte (Perseus, Löwe, Cassiopeja und Drachenk einzeln die zu demselben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel au zeichnet, und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meisten Bah ausgingen. Die Untersuchung ergab, daß von 407 der Bahn nach verzeichneten St schnuppen 171 aus dem Perseus nahe beim Sterne η im Medusenhaupte, 83 aus Löwen, 35 aus der Cassiopeja in der Nähe des veränderlichen Sternes α, 40 dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbestimmten Punkten kamen. Die Zahl aus dem Perseus ausstrahlenden Sternschnuppen betrug also fast doppelt so viel die des Löwen *)."

Die Radiation aus dem Perseus hat sich demnach in beiden Perioden als ein merkwürdiges Resultat erwiesen. Ein scharfsinniger, acht bis zehn Jahre mit den Met Phänomenen beschäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunct an der Sternwarte Bonn, äußert sich über diesen Gegenstand mit großer Bestimmtheit in einem Briefe mich (Juli 1851): „Abstrahire ich von den reichen Sternschnuppenfällen im Novem 1833 und 1834, so wie von einigen späteren der Art, wo der Punkt im Löwen ga Schaaren von Meteoren aussandte; so bin ich gegenwärtig geneigt, den Perseus-Pu als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im August, sondern ganze Jahr hindurch die meisten Meteore liefert. Dieser Punkt liegt, wenn ich die 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in RA. 50°,3 Decl. 51°,5 (gültig für 1844,6). Im Nov. 1849 (7ten—14ten) sah ich ein paar hun Sternschnuppen mehr, als ich seit 1841 je im Nov. bemerkt hatte. Von diesen kamen ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meisten gehörten dem Sternbild Perseus an. Daraus folgt, wie mir scheint, daß das große November-Phänomen 1799 und 1833 damals (1841 nicht erschienen ist. Auch glaubte Olbers an eine Peri von 34 Jahren für das Maximum der November-Erscheinung (Kosmos Buch I. 62). Wenn man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication periodischen Wiederkehr betrachtet: so findet man, daß es gewisse Radiationspunk giebt, die immer vertreten sind; andere, die nur sporadisch und wechselnd erscheinen."

Ob übrigens die verschiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren sich ändern: was, we man geschlossene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe deuten würde, in welchen die Meteore sich bewegen; läßt sich bis jetzt nicht mit Sicher aus den Beobachtungen bestimmen. Eine schöne Reihe solcher Beobachtungen von Houze (aus den Jahren 1839 bis 1842) scheint gegen eine progressive Veränderung zu zeugen Daß man im griechischen und römischen Alterthum schon auf eine gewisse temporäre Glei förmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinschießenden Sternschnupp aufmerksam gewesen ist, hat sehr richtig Eduard Heis ‡) bemerkt. Jene Richtung wu

---

aus Mardin in Mesopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternschnuppen, welche alle von der Gegend des Polarsterns ausgingen, wie gefurcht war." (Heis S. 28, nach einem Briefe Herrick's an Quetelet und Grant's Tagebuche.)

*) Es hatte aber dieses Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perseus über den des Löwen noch keineswegeo statt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom 13.–14. Nov. 1838. Ein sehr geübter Beobachter, Roswinkel, sah bei einem reichen Sternschnuppen-Fall fast sämmtliche Bahnen aus dem Löwen und dem südlichen Theile des Großen Bären ausgehen, während in der Nacht vom 12.–13. Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternschnuppen-Falle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. Astr. Nachr. No. 372) setzt sehr bedeutsam hinzu: „Die Bahnen in dieser Nacht zeigten unter sich nichts paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels an Parallelismus) schienen sie zu den sporadischen nicht zu den periodischen zu gehören. Das eigentl November-Phänomen war aber freilich nicht an Gl mit denen der Jahre 1798, 1832 und 1833 zu vergl chen."

†) Saigey p. 151, und über Erman's Besti mung der den Radiations- oder Ausgangspunkten d metral entgegengesetzten Convergenz-Punkte 125–129.

‡) Heis, period. Sternschn. S. 6. (Vergl. A stot. Problem. XXVI. 23; Seneca, Nat. Quae lib. I. 14: „ventum significat stellarum discurr tium lapsus, et quidem ab ea parte, qua erumpit Ich selbst habe lange, besonders während meines A enthaltes in Marseille zur Zeit der ägyptischen Expe tion, an den Einfluß der Winde auf die Richtung Sternschnuppen geglaubt.

damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derselben Weltgegend eintretenden und herabsteigenden Luftstrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodischen Sternschnuppenströme sich von den sporadischen schon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, strahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterscheiden; so ist ein zweites Criterium derselben das numerische: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein bestimmtes Zeitmaaß zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbestrittene Aufgabe der Unterscheidung eines außerordentlichen Sternschnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Gesichtskreis einer Person an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Meteore an *). Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aërolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen †).

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:	Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6. August	6	1	10. August	31	6
7. „	11	3	11. „	19	5
8. „	15	4	12. „	7	3
9. „	29	8			

Das letzte Jahr, 1851, also ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondscheins:

am 7. August	3 Meteore.	am 10. August	18 Meteore.
8. „	8 „	11. „	8 „
9. „	16 „	12. „	1 „

(Nach Heis wurden beobachtet am 10. August:

1839 in 1 Stunde 160 Meteore.
1841 ——— 43 „
1848 ——— 50 „

In 10 Minuten fielen 1842 im August-Meteorstrome zur Zeit des Maximums 34 Sternschnuppen.) Alle diese Zahlen beziehen sich auf den Gesichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 sind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12. Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch stündlich 22 bis 35 Meteore, eben so am 13. Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verschieden ist der Reichthum in den periodischen Strömen der einzelnen

*) Kosmos Buch I. S. 55 Anm. †).

†) Alles, was von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterschieden ist, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber dessen frühere Arbeiten von 1842–1844 s. Saigey p. 159.

Jahre; aber immer bleibt die Zahl der fallenden Meteore beträchtlich größer als in den gewöhnlichen Nächten: welche in der Stunde nur 4 bis 5 sporadische Fälle zeigen. Im Januar (vom 4ten an zu rechnen), im Februar und im März scheinen die Meteore überhaupt am seltensten zu sein *)."

„Obgleich die August- und die November-Periode mit Recht die berufensten sind, so hat man doch, seitdem die Sternschnuppen der Zahl und der parallelen Richtung nach mit größerer Genauigkeit beobachtet werden, noch fünf andere Perioden erkannt:

Januar: in den ersten Tagen, zwischen dem 1sten und 3ten; wohl etwas zweifelhaft.

April: 18te oder 20ste? schon von Arago vermuthet. (Große Ströme: 25. April 1095, 22. April 1800, 20. April 1803; Kosmos Buch I. S. 61 Anm. ‡), Annuaire pour 1836 p. 297.)

Mai: 26ste?

Juli: 26ste bis 30ste; Quetelet. Maximum eigentlich zwischen 27. und 29. Juli. Die ältesten chinesischen Beobachtungen gaben dem, leider! früh hingeschiedenen Eduard Biot ein allgemeines Maximum zwischen 18. und 27. Juli.

August, aber vor dem Laurentius-Strome, besonders zwischen dem 2ten und 5ten des Monats. Man bemerkt vom 26. Juli bis 10. August meist keine regelmäßige Zunahme.

———, Laurentius-Strom selbst; Mufschenbroek und Brandes (Kosmos Buch I. S. 61 und Anm. †). Entschiedenes Maximum am 10. August; seit vielen Jahren beobachtet. (Einer alten Tradition gemäß, welche in Thessalien in den Gebirgsgegenden um den Pelion verbreitet ist, öffnet sich während der Nacht des Festes der Transfiguration, am 6. August, der Himmel, und die Lichter, χανδήλια, erscheinen mitten in der Oeffnung; Herrick in Silliman's Amer. Journal Vol. 37. 1839 p. 337 und Quetelet in den Nouv. Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XV. p. 9.)

October: der 19te und die Tage um den 26sten; Quetelet, Boguslawski in den „Arbeiten der schles. Gesellschaft für vaterl. Cultur" 1843 S. 178, und Heis S. 33. Letzterer stellt Beobachtungen vom 21. Oct. 1766, 18. Oct. 1838, 17. Oct. 1841, 24. Oct. 1845, 11—12 Oct. 1847 und 20—26 Oct. 1848 zusammen. (S. über drei October-Phänomene in den Jahren 902, 1202 und 1366 Kosmos Buch I. S. 63 und Anm.) Die Vermuthung von Boguslawski: daß die chinesischen Meteorschwärme vom 18—27. Juli und der Sternschnuppenfall vom 21. Oct. (a. St.) 1366 die, jetzt vorgerückten August- und November-Perioden seien, verliert nach den vielen neueren Erfahrungen von 1838—1848 viel von ihrem Gewicht †).

November: 12te—14te, sehr selten der 8te oder 10te. Der große Meteorfall von 1799 in Cumana vom 11—12. Nov., welchen Bonpland und ich beschrieben haben, gab in so fern Veranlassung, an, zu bestimmten Tagen periodisch wieder

---

*) Ich habe jedoch selbst am 16. März 1803 einen beträchtlichen Sternschnuppenfall in der Südsee (Br. 13°½ N.) beobachtet. Auch 687 Jahre vor unserer christlichen Zeitrechnung wurden in China zwei Meteorströme im Monat März gesehen. Kosmos Buch I. S. 63.

†) Ein ganz ähnlicher Sternschnuppenfall, als Boguslawski der Sohn für 1366 Oct. 21 (a. St.) in Benesse de Horovic, Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefunden (Kosmos Buch I. S. 63), ist weitläuftig in dem berühmten historischen Werke von Duarte Nunez do Liāo (Chronicas dos Reis de Portugal reformadas Parte I. Lisb. 1600 fol. 187) beschrieben, aber auf die Nacht vom 22. zum 23. Oct. (a. St.) verlegt. Sind es zwei Ströme, in Böhmen und am Tajo gesehen, oder hat einer der Chronikenschreiber sich um einen Tag geirrt? Folgendes sind die Worte des portugiesischen Historikers: „Vindo o anno de 1366, sendo andados XXII. dias do mes de Octubro, tres meses antes do fallecimento del Rei D. Pedro (de Portugal), se fez no ceo hum muvimento de estrellas, qual os homẽes não virão nem ouvirão. E foi que desda mea noite por diante correrão todalas strellas do Levante para o Ponente, e acabado de seren juntas começarão a correr humas para huma parte e outras para outra. E despois descerão do ceo tantas e tam spessas, que tanto que forão baxas no ar parecião grandes fogueiras, e que o ceo e o ar ardião, e que a mesma terra queria arder. O ceo parecia partido em muitas partes, alli onde strellas não stavão. E isto durou per muito spaço. Os que isto virão, houverão tam grande medo e pavor, que stavão como attonitos, e cuidavão todos de ser mortos, e que era vinda afim do mundo."

kehrende Erscheinungen zu glauben, als man bei dem ähnlichen großen Meteorfall von 1833 (Nov 12—13.) sich der Erscheinung vom Jahre 1799 erinnerte*).

December: 9te—12te; aber 1798 nach Brandes Beobachtung Dec. 6—8., Herick in New-Haven 1838 Dec. 7—8., Heis 1847 Dec. 8. und 10.

Acht bis neun Epochen periodischer Meteorströme, von denen die letzteren 5 die sicherer bestimmten sind, werden hier dem Fleiß der Beobachter empfohlen. Die Ströme verschiedener Monate sind nicht allein unter einander verschieden, auch in verschiedenen Jahren wechseln auffallend die Reichhaltigkeit und der Glanz desselben Stromes."

„Die obere Grenze der Höhe der Sternschnuppen ist mit Genauigkeit nicht zu ermitteln, und Olbers hielt schon alle Höhen über 30 Meilen für wenig sicher bestimmt. Die untere Grenze, welche man vormals (Kosmos Buch I. S. 58) gewöhnlich auf 4 Meilen (über 91000 Fuß) setzte, ist sehr zu verringern. Einzelne steigen nach Messungen fast bis zu den Gipfeln des Chimborazo und Aconcagua, bis zu einer geographischen Meile über der Meeresfläche, herab. Dagegen bemerkt Heis, daß eine am 10. Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau gesehene Sternschnuppe nach genauer Berechnung beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verschwinden 42 Meilen Höhe hatte; andere verschwanden in derselben Nacht in einer Höhe von 14 Meilen. Aus der älteren Arbeit von Brandes (1823) folgt, daß von 100 an zwei Standpunkten wohl gemessenen Sternschnuppen 4 eine Höhe hatten von nur 1—3 Meilen, 15 zwischen 3 und 6 M., 22 von 6—10 M., 35 (fast 1/3) von 10—15 M., 13 von 10—20 M.; und nur 11 (also kaum 1/10) über 20 M., und zwar zwischen 45 und 60 Meilen. Aus 4000 in 9 Jahren gesammelten Beobachtungen ist in Hinsicht auf die Farbe der Sternschnuppen geschlossen worden: daß 2/3 weiß, 1/7 gelb, 1/17 gelbroth, und nur 1/37 grün sind."

Olbers meldet: daß während des Meteorfalls in der Nacht vom 12. zum 13. November im Jahr 1838 in Bremen sich ein schönes Nordlicht zeigte, welches große Strecken am Himmel mit lebhaftem blutrothen Lichte färbte. Die durch diese Region hinschießenden Sternschnuppen bewahrten ungetrübt ihre weiße Farbe: woraus man schließen kann, daß die Nordlichtstrahlen weiter von der Oberfläche der Erde entfernt waren als die Sternschnuppen da, wo sie im Fallen unsichtbar wurden. (Schum. Astr. Nachr. No. 372 S. 178.) Die relative Geschwindigkeit der Sternschnuppen ist bisher zu 4½ bis 9 geogr. Meilen in der Secunde geschätzt worden, während die Erde nur eine Translations-Geschwindigkeit von 4,1 Meilen hat (Kosmos Buch I. S. 58 und Anm.). Correspondirende Beobachtungen von Julius Schmidt in Bonn und Heis in Aachen (1849) gaben in der That als Minimum für eine Sternschnuppe, welche 12 Meilen senkrecht über St. Goar

---

*) Es hätten der Zeit nach nähere Vergleichungs-Epochen angeführt werden können, wenn man sie damals gekannt hätte: z. B. die von Klöden 1823 Nov. 12–13 in Potsdam, die von Bérard 1831 Nov. 12–13 an der spanischen Küste und die von Graf Suchteln zu Orenburg 1832 Nov. 12–13 beobachteten Meteorströme (Kosmos Buch I. S. 60 und Schum. Astr. Nachr. No. 303 S. 242). Das große Phänomen vom 11. und 12. Nov. 1799, welches wir, Bonpland und ich, beschrieben haben (Voyage aux Régions équinoxiales livre IV chap. 10, T. IV. p. 34–53 éd. in 8°), dauerte von 2 bis 4 Uhr Morgens. Auf der ganzen Reise, welche wir durch die Waldregion des Orinoco südlich bis zum Rio Negro machten, fanden wir, daß der ungeheure Meteorfall von den Missionaren gesehen und zum Theil in Kirchenbüchern aufgezeichnet war. In Labrador und Grönland hatte er die Eskimos bis Lichtenau und Neu-Herrnhut (Br. 64° 14′) in Erstaunen versetzt. Zu Itterstedt bei Weimar sah der Prediger Zeising das, was zugleich unter dem Aequator und nahe am nördlichen Polarkreis in Amerika sichtbar war. Da die Periodicität des St. Laurentius-Stromes (10. Aug.) erst weit später die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hat, als das November-Phänomen, so habe ich mit Sorgfalt alle mir bekannte genau beobachtete und beträchtliche Sternschnuppenfälle vom 12.–13. Nov. bis 1846 zusammengestellt. Es sind deren funfzehn: 1799, 1818, 1822, 1823; 1831–1839, alle Jahre; 1841 und 1846. Ich schließe die Meteorfälle aus, welche um mehr als einen oder zwei Tage abweichen: wie 10. Nov. 1787, 8. Nov. 1813. Eine solche fest an einzelne Tage gefesselte Periodicität ist um so wundersamer, als Körper von so wenig Masse so leicht Störungen ausgesetzt sind, und die Breite des Ringes, in welchen man sich die Meteore eingeschlossen vorstellt, in der Erdbahn mehrere Tage umfassen kann. Die glänzendsten November-Ströme sind gewesen 1799, 1831, 1833; 1834. (Wo in meiner Beschreibung der Meteore von 1799 den größten Boliden oder Feuerkugeln ein Durchmesser von 1° und 1° 1/4 zugeschrieben wird, hätte es 1 und 1¼ Mond-Durchmesser heißen sollen.) Es ist hier auch der Ort, der Feuerkugel zu erwähnen, welche die besondere Aufmerksamkeit des Directors der Sternwarte von Toulouse, Herrn Petit, auf sich gezogen, und deren Umlauf um die Erde er berechnet hat. Comptes rendus 9 Août 1847 und Schum. Astr. Nachr. No. 701 S. 71.

stand und über den Lacher See hinwegschoß; nur $3^{1}/_{2}$ Meile. Nach anderen Vergleichungen derselben Beobachter und Houzeau's in Mons wurde die Geschwindigkeit von 4 Sternschnuppen zwischen $11^{1}/_{2}$ und $23^{3}/_{4}$ M. in der Secunde, also 2- bis 5mal so groß als die planetarische der Erde, gefunden. Dieses Resultat beweist wohl am kräftigsten den kosmischen Ursprung neben der Stetigkeit des einfachen oder mehrfachen Radiationspunktes: d. h. neben dem Umstand, daß periodische Sternschnuppen, unabhängig von der Rotation der Erde, in der Dauer mehrerer Stunden von demselben Sterne ausgehen, wenn auch dieser Stern nicht der ist, gegen welchen die Erde zu derselben Zeit sich bewegt. Im ganzen scheinen sich nach den vorhandenen Messungen Feuerkugeln langsamer als Sternschnuppen zu bewegen; aber immer bleibt es auffallend, daß, wenn die ersteren Meteorsteine fallen lassen, diese sich so wenig tief in den Erdboden einsenken. Die, 276 Pfund wiegende Masse von Ensisheim im Elsaß war (7. Nov. 1492) nur 3 Fuß, eben so tief der Aërolith von Braunau (14. Juli 1847) eingedrungen. Ich kenne nur zwei Meteorsteine, welche bis 6 und 18 Fuß den lockeren Boden aufgewühlt haben; so der Aërolith von Castrovillari in den Abruzzen (9. Febr. 1583) und der von Hradschina im Agramer Comitat (26. Mai 1751).

Ob je etwas aus den Sternschnuppen zur Erde gefallen, ist vielfach in entgegengesetztem Sinne erörtert worden. Die Strohdächer der Gemeinde Belmont (Departement de l'Ain, Arrondissement Belley), welche in der Nacht von 13 Nov. 1835, also zu der Epoche des bekannten November-Phänomens, durch ein Meteor angezündet wurden, erhielten das Feuer, wie es scheint, nicht aus einer fallenden Sternschnuppe, sondern aus einer zerspringenden Feuerkugel, welche (problematisch gebliebene) Aërolithen soll haben fallen lassen, nach den Berichten von Millet d'Aubenton. Ein ähnlicher Brand, durch eine Feuerkugel veranlaßt, entstand den 22. März 1846 um 3 Uhr Nachmittags in der Commune de St. Paul bei Bagnère de Luchon. Nur der Steinfall in Angers (am 9. Juni 1822) wurde einer bei Poitiers gesehenen schönen Sternschnuppe beigemessen. Das nicht vollständig genug beschriebene Phänomen verdient die größte Beachtung. Die Sternschnuppe glich ganz den sogenannten römischen Lichtern in der Feuerwerkerei. Sie ließ einen geradlinigen Strich zurück, nach oben sehr schmal, nach unten sehr breit, und von großem Glanze, der 10 bis 12 Minuten dauerte. Siebzehn Meilen nördlich von Poitiers fiel unter heftigen Detonationen ein Aërolith.

Verbrennt immer alles, was die Sternschnuppen enthalten, in den äußersten Schichten der Atmosphäre, deren strahlenbrechende Kraft die Dämmerungs-Erscheinungen darthun? Die, oben erwähnten, so verschiedenen Farben während des Verbrennungs-Processes lassen auf chemische, stoffartige Verschiedenheit schließen. Dazu sind die Formen jener Feuermeteore überaus wechselnd; einige bilden nur phosphorische Linien, von solcher Feinheit und Menge, daß Forster im Winter 1832 die Himmelsdecke dadurch wie von einem schwachen Schimmer erleuchtet*) sah. Viele Sternschnuppen bewegen sich bloß als leuchtende Punkte und lassen gar keinen Schweif zurück. Das Abbrennen bei schnellem oder langsamerem Verschwinden der Schweife, die gewöhnlich viele Meilen lang sind, ist um so merkwürdiger, als der brennende Schweif bisweilen sich krümmt, und sich wenig fortbewegt. Das stundenlange Leuchten des Schweifes einer längst verschwundenen Feuerkugel, welches Admiral Krusenstern und seine Begleiter auf ihrer Weltumseglung beobachteten, erinnert lebhaft an das lange Leuchten der Wolke, aus welcher der große Aërolith von Aegos Potamoi soll herabgefallen sein: nach der, freilich wohl nicht ganz glaubwürdigen Erzählung des Damachos (Kosmos Buch I. Anm. S. 55, 56 und 65).

Es giebt Sternschnuppen von sehr verschiedener Größe, bis zum scheinbaren Durchmesser des Jupiter oder der Venus anwachsend; auch hat man in dem Sternschnuppenfalle von Toulouse (10. April 1812) und bei einer am 23. August desselben Jahres in Utrecht be-

*) Forster, Mémoire sur les Etoiles filantes p. 31.

obachteten Feuerkugel diese wie aus einem leuchtenden Punkte sich bilden, sternartig aufschießen und dann erst zu einer mondgroßen Sphäre sich ausdehnen gesehen. Bei sehr reichen Meteorfällen, wie bei denen von 1799 und 1833, sind unbezweifelt viele Feuerkugeln mit Tausenden von Sternschnuppen gemengt gewesen; aber die Identität beider Arten von Feuermeteoren ist doch bisher keinesweges erwiesen. Verwandtschaft ist nicht Identität. Es bleibt noch vieles zu erforschen über die physischen Verhältnisse beider; über die vom Admiral Wrangel *) an den Küsten des Eismeeres bezeichnete Einwirkung der Sternschnuppen auf Entwickelung des Polarlichtes; und auf so viele unbestimmt beschriebene, aber darum nicht voreilig zu negirende Lichtprocesse, welche der Entstehung einiger Feuerkugeln vorhergegangen sind. Der größere Theil der Feuerkugeln erscheint unbegleitet von Sternschnuppen und zeigt keine Periodicität der Erscheinung. Was wir von den Sternschnuppen wissen in Hinsicht auf die Radiation aus bestimmten Punkten, ist für jetzt nur mit Vorsicht au Feuerkugeln anzuwenden.

Meteorsteine fallen, doch am seltensten, bei ganz klarem Himmel, ohne daß sich vorher eine schwarze Meteorwolke erzeugt, ohne irgend ein gesehenes Lichtphänomen, aber mit furchtbarem Krachen, wie am 16. Sept. 1843 bei Klein-Wenden unweit Mühlhausen; oder sie fallen, und dies häufiger, geschleudert aus einem plötzlich sich bildenden dunkeln Gewölk, von Schallphänomenen begleitet, doch ohne Licht; endlich, und so wohl am häufigsten, zeigt sich der Meteorstein-Fall in nahem Zusammenhange mit glänzenden Feuerkugeln. Von diesem Zusammenhange liefern wohlbeschriebene und unzubezweifelnde Beispiele die Steinfälle von Barbotan (Dep. des Landes) den 24. Juli 1790, mit gleichzeitigem Erscheinen einer rothen Feuerkugel und eines weißen Meteorwölkchens †), aus dem die Aerolithen fielen; der Steinfall von Benares in Hindostan (13. Dec. 1798); der von Aigle (Dep. de l'Orne) am 26. April 1803. Die letzte der hier genannten Erscheinungen, — unter allen diejenige, welche am sorgfältigsten (durch Biot) untersucht und beschrieben ist —, hat endlich, 23 Jahrhunderte nach dem großen thracischen Steinfall, und 300 Jahre nachdem ein Frate zu Crema durch einen Aërolithen erschlagen wurde ‡), der endemischen Zweifelsucht der Akademien ein Ziel gesetzt. Eine große Feuerkugel, die sich von SO nach NW bewegte, wurde um 1 Uhr Nachmittags in Alençon, Falaise und Caen bei ganz reinem Himmel gesehen. Einige Augenblicke darauf hörte man bei Aigle (Dep. de l'Orne) in einem kleinen, dunklen, fast unbewegten Wölkchen eine 5 bis 6 Minuten

---

*) Kosmos Buch I. S. 62 und Anm. *).

†) Kämtz, Lehrb. der Meteorologie Buch III. S. 277.

‡) Der große Aërolithenfall von Crema und den Ufern der Adda ist mit besonderer Lebendigkeit, aber leider! rhetorisch und unklar, von dem berühmten Petrus Martyr von Anghiera (Opus Epistolarum, Amst. 1670, No. CCCCLXV pag. 245–247) beschrieben. Was dem Steinfall selbst vorherging, war eine fast totale Verfinsterung am 4. Sept. 1511 in der Mittagsstunde. „Fama est, Pavonem immensum in aërea Cremensi plaga fuisse visum. Pavo visus in pyramidem converti, adeoque celeri ab occidente in orientem raptari cursu, ut in horae momento magnam hemisphaerii partem, doctorum inspectantium sententia, pervolasse credatur. Ex nubium illico densitate tenebras ferunt surrexisse, quales viventium nullus unquam se cognovisse fateatur. Per eam noctis faciem, cum formidolosis fulguribus, inaudita tonitrua regionem circumsepserunt." Die Erleuchtungen waren so intensiv, daß die Bewohner um Bergamo die ganze Ebene von Crema während der Verfinsterung sehen konnten. „Ex horrendo illo fragore quid irata natura in eam regionem pepererit, percunctaberis. Saxa demisit in Cremensi planitie (ubi nullus unquam aequans ovum lapis visus fuit) immensae magnitudinis, ponderis egregii. Decem fuisse reperta centilibralia saxa ferunt." Vögel, Schafe, ja Fische wurden getödtet. Unter allen diesen Uebertreibungen ist doch zu erkennen, daß das Meteorgewölk, aus welchem die Steine herabfielen, muß von ungewöhnlicher Schwärze und Dicke gewesen sein. Der Pavo war ohne Zweifel eine lang- und breitgeschweifte Feuerkugel. Das furchtbare Geräusch in dem Meteor-Gewölk wird hier als der die Blitze (?) begleitende Donner geschildert. Anghiera erhielt selbst in Spanien ein faustgroßes Fragment (ex frustis disruptorum saxorum), und zeigte es dem König Ferdinand dem Katholischen in Gegenwart des berühmten Kriegers Gonzalo de Cordova. Sein Brief endigt mit den Worten: „mira super hisce prodigiis conscripta fanatice, physice, theologice ad nos missa sunt ex Italia. Quid portendant, quomodoque gignantur, tibi utraque servo, si aliquando ad nos veneris." (Geschrieben aus Burgos an Fagiardus.) — Noch genauer behauptet Cardanus (Opera ed. Lugd. 1663 T. III. lib. XV cap. 72 p. 279), es seien 1200 Aërolithen gefallen; unter ihnen einer von 120 Pfund, eisenschwarz und von großer Dichte. Das Geräusch habe zwei Stunden gedauert: „ut mirum sit, tantam molem in aëre sustineri potuisse." Er hält die geschweifte Feuerkugel für einen Cometen, und irrt in der Erscheinung um 1 Jahr: „Vidimus anno 1510 . . ." Cardanus war zu der Zeit 9 bis 10 Jahre alt.

dauernde Explosion, welcher 3 bis 4 Kanonenschüsse und ein Getöse wie von kleinem Gewehrfeuer und vielen Trommeln folgten. Bei jeder Explosion entfernten sich einige von den Dämpfen, aus denen das Wölkchen bestand. Keine Lichterscheinung war hier bemerkbar. Es fielen zugleich auf einer elliptischen Bodenfläche, deren große Axe von SO nach NW 1,2 Meile Länge hatte, viele Meteorsteine, von welchen der größte nur 17½ Pfund wog. Sie waren heiß, aber nicht rothglühend *), dampften sichtbar, und, was sehr auffallend ist, sie waren in den ersten Tagen nach dem Fall leichter zersprengbar als nachher. Ich habe absichtlich bei dieser Erscheinung länger verweilt, um sie mit einer vom 13. Sept. 1768 vergleichen zu können. Um 4½ Uhr nach Mittag wurde an dem eben genannten Tage bei dem Dorfe Luce (d'Eure et Loire), eine Meile westlich von Chartres, ein dunkles Gewölk gesehen, in dem man wie einen Kanonenschuß hörte, wobei zugleich ein Zischen in der Luft vernommen wurde, verursacht durch den Fall eines sich in einer Curve bewegenden schwarzen Steines. Der gefallene, halb in das Erdreich eingedrungene Stein wog 7½ Pfund, und war so heiß, daß man ihn nicht berühren konnte. Er wurde von Lavoisier, Fougeroux und Cadet sehr unvollkommen analysirt. Eine Lichterscheinung ward bei dem ganzen Ereigniß nicht wahrgenommen.

Sobald man anfing, periodische Sternschnuppenfälle zu beobachten und also in bestimmten Nächten auf ihre Erscheinung zu harren, wurde bemerkt, daß die Häufigkeit der Meteore mit dem Abstande von Mitternacht zunahm, daß die meisten zwischen 2 und 5 Uhr Morgens fielen. Schon bei dem großem Meteorfall zu Cumana in der Nacht vom 11. zum 12. Nov. 1799 hatte mein Reisebegleiter den größten Schwarm von Sternschnuppen zwischen 2½ und 4 Uhr gesehen. Ein sehr verdienstvoller Beobachter der Meteor-Phänomene, Coulvier-Gravier, hat im Mai 1845 dem Institut zu Paris eine wichtige Abhandlung sur la variation horaire des étoiles filantes übergeben. Es ist schwer, die Ursach einer solchen stündlichen Variation, einen Einfluß des Abstandes von dem Mitternachtspunkt zu errathen. Wenn unter verschiedenen Meridianen die Sternschnuppen erst in einer bestimmten Frühstunde vorzugsweise sichtbar werden, so müßte man bei einem kosmischen Ursprunge annehmen, was doch wenig wahrscheinlich ist: daß diese Nacht- oder vielmehr Frühmorgen-Stunden vorzüglich zur Entzündung der Sternschnuppen geeignet seien, während in anderen Nachtstunden mehr Sternschnuppen vor Mitternacht unsichtbar vorüberziehen. Wir müssen noch lange mit Ausdauer Beobachtungen sammeln.

Die Hauptcharaktere der festen Massen, welche aus der Luft herabfallen, glaube ich nach ihrem chemischen Verhalten und dem in ihnen besonders von Gustav Rose erforschten körnigen Gewebe im Kosmos (Buch I. S. 63—65) nach dem Standpunkt unseres Wissens im Jahr 1845 ziemlich vollständig abgehandelt zu haben. Die auf einander folgenden Arbeiten von Howard, Klaproth, Thénard, Vauquelin, Proust, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Gustav und Heinrich Rose, Boussingault, Rammelsberg und Shepard haben ein reichhaltiges †) Material geliefert; und doch entgehen unserem Blicke ? der ge-

*) Neuerdings bei dem Aërolithenfall von Braunau (14. Juli 1847) waren die gefallenen Steinmassen nach 6 Stunden noch so heiß, daß man sie nicht, ohne sich zu verbrennen, berühren konnte. Von der Analogie, welche die scythische Mythe vom heiligen Golde mit einem Meteorfalle darbietet, habe ich bereits (Asie centrale T. I. p. 408) gehandelt. „Targitao filios fuisse tres, Leipoxain et Arpoxain, minimumque natu Colaxain. His regnantibus de coelo delapsa aurea instrumenta, aratrum et jugum et pipennem et phialam, decidisse in Scythicam terram. Et illorum natu maximum, qui primus conspexisset, propius accedentem capere ista voluisse; sed, eo accedente, aurum arsisse. Quo digresso, accessisse alterum, et itidem arsisse aurum. Hos igitur ardens aurum repudiasse; accedente vero natu minimo, fuisse extinctum, huncque illud domum suam contulisse: qua re intellecta, fratres majores ultro universum regnum minimo natu tradidisse." (Herodot IV, 5 und 7 nach der Uebersetzung von Schweighäuser.) Ist aber vielleicht die Mythe vom heiligen Golde nur eine ethnographische Mythe: eine Anspielung auf drei Königssöhne, Stammväter von drei Stämmen der Scythen? eine Anspielung auf den Vorrang, welchen der Stamm des jüngsten Sohnes, der der Paralaten, erlangte? Brandstäter, Scythica, de aurea caterva 1837 p. 69 und 81.)

†) Von Metallen wurden in den Meteorsteinen entdeckt: Nickel von Howard, Kobalt durch Stromeyer, Kupfer und Chrom durch Laugier, Zinn durch Berzelius

fallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig ist, wie unter allen Zonen, an den von einander entferntesten Punkten, die Aërolithen eine gewisse physiognomische Aehnlichkeit haben: in Grönland, Mexico und Südamerika, in Europa, Sibirien und Hindostan; so bieten dieselben doch bei näherer Untersuchung eine sehr große Verschiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{96}{100}$ Eisen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; fast alle haben einen dünnen, schwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das specifische Gewicht einiger Meteorsteine steigt bis 4,28 wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen bestehende Stein von Alais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem krystallisirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen sind; andere (die Masse von Pallas) zeigen blos nickelhaltiges Eisen und Olivin, noch andere (nach den Stoffverhältnissen der Mischung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Renard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Uebersicht der Resultate, welche ein scharfsinniger Chemiker, Prof. Rammelsberg, der sich in der neueren Zeit ununterbrochen, so thätig als glücklich, mit der Analyse der Aërolithen und ihrer Zusammensetzung aus einfachen Mineralien beschäftigt hat, aufstellt, „ist die Trennung der aus der Atmosphäre herabgefallenen Massen in Meteoreisen und Meteorsteine nicht in absoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich selten, Meteoreisen mit eingemengten Silicaten (die von Heß wieder gewogene sibirische Masse, zu 1270 russischen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererseits viele Meteorsteine metallisches Eisen enthalten."

„A. Das Meteoreisen, dessen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradschina bei Agram 26. Mai 1751, Braunau 14. Juli 1847), während die meisten analogen Massen schon seit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen, besitzt im allgemeinen sehr gleichartige physische und chemische Eigenschaften. Fast immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefeleisen eingemengt, welches jedoch weder Eisenkies noch Magnetkies, sondern ein Eisen-Sulphuret*) zu sein scheint. Die Hauptmasse eines solchen Meteoreisens ist auch kein reines metallisches Eisen, sondern wird durch eine Legirung von Eisen und Nickel gebildet: so daß mit Recht dieser constante Nickel-Gehalt (im Durchschnitt zu 10 p.C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteorische Beschaffenheit der ganzen Masse gilt. Es ist nur eine Legirung zweier isomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in bestimmten Verhältnissen. In geringer Menge finden sich beigemischt: Kobalt, Mangan, Magnesium, Zinn, Kupfer und Kohlenstoff. Der letztgenannte Stoff ist theilweise mechanisch beigemengt, als schwer verbrennlicher Graphit; theilweise chemisch verbunden mit Eisen, demnach analog vielem Stabeisen. Die Hauptmasse des Meteoreisens enthält auch stets eine eigenthümliche Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, welche beim Auflösen des Eisens in Chlorwasserstoff-Säure als silberweiße microscopische Krystallnadeln und Blättchen zurückbleiben."

„B. Die eigentlichen Meteorsteine pflegt man, durch ihr äußeres Ansehen geleitet, in zwei Classen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer scheinbar gleichartigen Grundmasse Körner und Flittern von Meteoreisen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für sich in größeren Massen aufgefundenen besitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Lissa, Aigle, Ensisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhausen, Erxleben, Chateau-Renard und Utrecht. Die andere Classe ist frei von metallischen Beimengungen und stellt sich mehr als ein krystallinisches Gemenge verschiedener Mineralsubstanzen dar, wie z. B. die Steine von Juvenas, Lontalax und Stannern."

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die ersten chemischen Untersuchungen von

---

*) Rammelsberg in Poggendorff's Annalen Bd. 74. 1849 S. 442.

Meteorsteinen angestellt haben, nahm man lange Zeit keine Rücksicht darauf, daß die Gemenge einzelner Verbindungen sein könnten; sondern erforschte ihre Bestandtheile nur im ganzen, indem man sich begnügte den etwaigen Gehalt an metallischem Eisen mittelst des Magnets auszuziehen. Nachdem Mohs auf die Analogie einiger Aërolithen mit gewissen tellurischen Gesteinen aufmerksam gemacht hatte, versuchte Nordenskjöld zu beweisen, daß Olivin, Leucit und Magneteisen die Gemengtheile des Aëroliths von Lontalax in Finland seien; doch erst die schönen Beobachtungen von Gustav Rose haben es außer Zweifel gesetzt, daß der Stein von Juvenas aus Magnetkies, Augit und einem dem Labrador sehr ähnlichen Feldspath bestehe. Hierdurch geleitet, suchte Berzelius in einer größeren Arbeit (Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar för 1834) auch durch chemische Methoden die mineralogische Natur der einzelnen Verbindungen in den Aërolithen von Blansko, Chantonnay und Alais auszumitteln. Der mit Glück von ihm vorgezeichnete Weg ist später vielfach befolgt worden."

„α. Die erste und zahlreichere Classe von Meteorsteinen, die mit metallischem Eisen, enthält dasselbe bald fein eingesprengt, bald in größeren Massen: die sich bisweilen als ein zusammenhangendes Eisenskelett gestalten, und so den Uebergang zu jenen Meteor-Eisenmassen bilden, in welchen, wie in der sibirischen Masse von Pallas, die übrigen Stoffe zurücktreten. Wegen ihres beständigen Olivin-Gehalts sind sie reich an Talkerde. Der Olivin ist derjenige Gemengtheil dieser Meteorsteine, welcher bei ihrer Behandlung mit Säuren zerlegt wird. Gleich dem tellurischen ist er ein Silicat von Talkerde und Eisen-Oxydul. Derjenige Theil, welcher durch Säuren nicht angegriffen wird, ist ein Gemenge von Feldspath- und Augit-Substanz, deren Natur sich einzig und allein durch Rechnung aus ihrer Gesammtmischung (als Labrador, Hornblende, Augit oder Oligoklas) bestimmen läßt."

„β. Die zweite, viel seltenere Classe von Meteorsteinen ist weniger untersucht. Sie enthalten theils Magneteisen, Olivin, und etwas Feldspath- und Augit-Substanz; theils bestehen sie bloß aus den beiden letzten einfachen Mineralien, und das Feldspath-Geschlecht ist dann durch Anorthit*) repräsentirt. Chromeisen (Chromoxyd-Eisenoxydul) findet sich in geringer Menge fast in allen Meteorsteinen; Phosphorsäure und Titansäure, welche Rammelsberg in dem so merkwürdigen Stein von Juvenas entdeckte, deuten vielleicht auf Apatit und Titanit."

„Von den einfachen Stoffen sind im allgemeinen bisher in den Meteorsteinen nachgewiesen worden: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan: also 18 Stoffe †). Die näheren Bestandtheile sind: a) metallische: Nickeleisen, eine Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, Eisen-Sulphuret und Magnetkies; b) oxydirte: Magneteisen und Chromeisen; c) Silicate: Olivin, Anorthit, Labrador und Augit."

Es würde mir noch übrig bleiben, um hier die größtmögliche Menge wichtiger Thatsachen, abgesondert von hypothetischen Ahndungen, zu concentriren, die mannigfaltigen Analogien zu entwickeln, welche einige Meteorgesteine als Gebirgsarten mit älteren sogenannten Truppgesteinen (Doleriten, Dioriten und Melaphyren), mit Basalten und neueren Laven darbieten. Diese Analogien sind um so auffallender, als „die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist," bisher noch nicht in tellurischen Mineralien entdeckt wurde. Derselbe ausgezeichnete Chemiker, dessen freundliche Mittheilungen ich in diesen letzten Blättern benutzt habe, ver-

*) Shepard in Silliman's American Journal of Science and Arts, 2d Ser. Vol. II. 1846 p. 377; Rammelsberg in Poggend. Ann. Bd. 73. 1848 S. 585.

†) Vergl. Kosmos Buch I. S. 64.

breitet sich über diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung*), deren Resultate geeigneter in dem geologischen Theile des Kosmos erörtert werden.

Schlußworte.

Den uranologischen Theil der physischen Weltbeschreibung beschließend, glaube ich, in Rückblick auf das Erstrebte (ich sage nicht das Geleistete), nach der Ausführung eines so schwierigen Unternehmens von neuem daran erinnern zu müssen, daß diese Ausführung nur unter den Bedingungen hat geschehen können, welche in der Einleitung zum dritten Buche des Kosmos bezeichnet worden sind. Der Versuch einer solchen kosmischen Bearbeitung beschränkt sich auf die Darstellung der Himmelsräume und dessen, was sie von geballter oder ungeballter Materie erfüllt. Er unterscheidet sich daher, nach der Natur des unternommenen Werkes, wesentlich von den mehr umfassenden, ausgezeichneten Lehrbüchern der Astronomie, welche die verschiedenen Literaturen zur jetzigen Zeit aufzuweisen haben. Astronomie, als Wissenschaft der Triumph mathematischer Gedankenverbindung, auf das sichere Fundament der Gravitations-Lehre und die Vervollkommnung der höheren Analysis (eines geistigen Werkzeugs der Forschung) gegründet, behandelt Bewegungs-Erscheinungen, gemessen nach Raum und Zeit; Oertlichkeit (Position) der Weltkörper in ihrem gegenseitigen, sich stets verändernden Verhältniß zu einander; Formwechsel, wie bei den geschweiften Cometen; Lichtwechsel, ja Auflodern und gänzliches Erlöschen des Lichtes bei fernen Sonnen. Die Menge des im Weltall vorhandenen Stoffes bleibt immer dieselbe: aber nach dem, was in der tellurischen Sphäre von physischen Naturgesetzen bereits erforscht worden ist, sehen wir walten im ewigen Kreislauf der Stoffe den unbefriedigten, in zahllosen unnennbaren Combinationen auftretenden Wechsel derselben. Solche Kraftäußerung der Materie wird durch ihre, wenigstens scheinbar elementarische Heterogeneität hervorgerufen. Bewegung in unmeßbaren Raumtheilen erregend, complicirt die Heterogeneität der Stoffe alle Probleme des irdischen Naturprocesses.

Die astronomischen Probleme sind einfacherer Natur. Von den eben genannten Complicationen und ihrer Beziehung bis jetzt befreit, auf Betrachtung der Quantität der ponderablen Materie (Massen), auf Licht und Wärme erregende Schwingungen gerichtet, ist die Himmels-Mechanik, gerade wegen dieser Einfachheit, in welcher alles auf Bewegung zurückgeführt wird, der mathematischen Bearbeitung in allen ihren Theilen zugänglich geblieben. Dieser Vorzug giebt den Lehrbüchern der theoretischen Astronomie einen großen und ganz eigenthümlichen Reiz. Es reflectirt sich in ihnen, was die Geistesarbeit der letzten Jahrhunderte auf analytischen Wegen errungen hat: wie Gestaltung und Bahnen bestimmt; wie in den Bewegungs-Erscheinungen der Planeten nur kleine Schwankungen um einen mittleren Zustand des Gleichgewichts statt finden; wie das Planetensystem durch seine innere Einrichtung, durch Ausgleichung der Störungen sich Schutz und Dauer bereitet.

Die Untersuchung der Mittel zum Erfassen des Weltganzen, die Erklärung der verwickelten Himmelserscheinungen gehören nicht in den Plan dieses Werkes. Die physische Weltbeschreibung erzählt, was den Weltraum füllt und organisch belebt, in den beiden Sphären der uranologischen und tellurischen Verhältnisse. Sie weilt bei den aufgefundenen Naturgesetzen, und behandelt sie wie errungene Thatsachen, als unmittelbare Folgen empirischer Induction. Das Werk vom Kosmos, um in geeigneten Grenzen und in nicht übermäßiger Ausdehnung ausführbar zu werden, durfte nicht versuchen den Zusammenhang der Erscheinungen theoretisch zu begründen. In dieser Beschränkung des vorgesetzten Planes habe ich in dem astronomischen Buche des Kosmos desto mehr Fleiß auf die einzelnen Thatsachen und auf ihre Anordnung gewandt. Von der Betrachtung des Weltraums: seiner Temperatur, dem Maaße seiner Durchsichtigkeit, und dem wider-

*) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft Bd. I. S. 232. Alles, was im Texte von S. 619 bis S. 621 durch Anführungszeichen unterschieden ist, wurde aus Handschriften des Prof. Rammelsberg (Mai 1851) entlehnt.

stehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; bin ich auf das natürliche und te-
scopische Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geschwindigkeit des Lichts nach Versch-
denheit seiner Quellen, die unvollkommene Messung der Licht-Intensität, die neuen op-
schen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterscheiden übergegange-
Dann folgen: der Fixsternhimmel; die numerische Angabe der an ihm selbstleuchtend-
Sonnen, so weit ihre Position bestimmt ist; ihre wahrscheinliche Vertheilung; die verä-
derlichen Sterne, welche in wohlgemessenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegu-
der Fixsterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Do-
pelsternen; die Nebelflecke, in so fern diese nicht ferne und sehr dichte Sternschwärme si-

Der Uebergang von dem siderischen Theile der Uranologie, von dem Fixsternhimmel, z-
unsrem Sonnensysteme ist nur der Uebergang vom Universellen zum Besonderen. In d-
Classe der Doppelsterne bewegen sich selbstleuchtende Weltkörper um einen gemeinscha-
lichen Schwerpunkt: in unsrem Sonnen-Systeme, das aus sehr heterogenen Elementen z-
sammengesetzt ist, kreisen dunkle Weltkörper um einen selbstleuchtenden, oder vielmehr wie-
um einen gemeinsamen Schwerpunkt, der zu verschiedenen Zeiten in und außerhalb d-
Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes sind ungleicher Nat-
verschiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es sind: Haup-
und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander dur-
schneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen; der Ring des Thierkreislichtes; und m-
vieler Wahrscheinlichkeit die periodischen Meteor-Asteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatsächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entde-
ten Gesetze der planetarischen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. **Erstes Gese-**
jede Bahn eines planetarischen Körpers ist eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt sich d-
Sonne befindet. **Zweites Gesetz**: in gleichen Zeiten beschreibt jeder planetarische Kö-
per gleiche Sectoren um die Sonne. **Drittes Gesetz**: die Quadratzahlen der Umlauf-
zeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zwei-
Gesetz wird bisweilen das erste genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler
Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Marti-
ex observ. Tychonis Brahi elaborata, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die beide-
ersten Gesetze würden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetarische-
Körper gäbe; das dritte und wichtigste, welches **neunzehn** Jahre später entdeckt wa-
fesselt die Bewegung **zweier** Planeten an **Ein** Gesetz. (Das Manuscript der Harmonic-
Mundi, welche 1619 erschien, war bereits vollendet den 27. Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17. Jahrhunderts die Gesetze der Planeten-Bewegung empirisc-
aufgefunden wurden; wenn Newton erst die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler'-
Gesetze als nothwendige Folgen zu betrachten sind; so hat das Ende des 18ten Jahrhun-
derts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infinitesimal-Rechnung zur Er-
forschung astronomischer Wahrheiten eröffnete, das Verdienst gehabt, die **Stabilität de-**
Planetensystems darzuthun. Die Hauptelemente dieser Stabilität sind: die Unverän-
derlichkeit der großen Axen der Planetenbahnen, von Laplace (1773 und 1784), Lagrang-
und Poisson erwiesen; die lange periodische, in enge Grenzen eingeschlossene Aenderung
der Excentricität zweier mächtiger sonnenferner Planeten, Jupiters und Saturns; die
Vertheilung der Massen, da die des Jupiter selbst nur $\frac{1}{1048}$ der Masse des alles beherrschen-
den Centralkörpers ist; endlich die **Einrichtung**: daß nach dem ewigen Schöpfungsplane
und der Natur ihrer Entstehung alle Planeten des Sonnensystems sich in Einer Richtung
translatorisch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geschieht von geringer und sich
wenig ändernder Ellipsität, in Ebenen von mäßigen Unterschieden der Inclination; daß
die Umlaufszeiten der Planeten unter einander kein gemeinschaftliches Maaß haben. Solche
Elemente der Stabilität, gleichsam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten, sind an
die Bedingung gegenseitiger Wirkung in einem inneren abgeschlossenen Kreise geknüpft.
Wird durch den Zutritt **eines von außen kommenden**, bisher zu dem Planetensystem
nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (**Laplace**, Expos. du Syst. du
Monde p. 309 und 391); so kann allerdings diese Störung, als Folge neuer Anziehungs-
kräfte oder eines Stoßes, dem Bestehenden verderblich werden, bis endlich nach langem
Conflicte sich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperbo-
lischer Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Masse durch eine ungeheure
Geschwindigkeit ersetzt wird, doch mit Besorgniß nur eine Phantasie erfüllen, welche für die

ernsten Tröstungen der Wahrscheinlichkeits-Rechnung nicht empfänglich ist. Es sind die reisenden Gewölke der inneren Cometen unsrem Sonnensysteme nicht gefahrbringender als die großen Bahn-Neigungen einiger der Kleinen Planeten zwischen Mars und Jupiter. Was als bloße Möglichkeit bezeichnet werden muß, liegt außerhalb des Gebietes einer physischen Weltbeschreibung. Die Wissenschaft soll nicht überschweifen in das Nebelland cosmologischer Träume.

Berichtigungen und Zusätze.

S. 402 Z. 20.

Seitdem diese Stelle des Kosmos, in welcher „ein mit Sicherheit sich offenbarender Einfluß der Sonnenstellung auf den Erdmagnetismus" bezweifelt wird, gedruckt worden ist, haben die neuen und trefflichen Arbeiten von Faraday einen solchen Einfluß erwiesen. Lange Reihen magnetischer Beobachtungen in entgegengesetzten Hemisphären (z. B. Toronto in Canada und Hobarttown auf Van Diemens Land) zeigen, daß der Erdmagnetismus einer jährlicher Variation unterliegt, welche von der relativen Stellung der Sonne und Erde abhängt.

S. 414 Z. 38.

Die sonderbare Erscheinung des Sternschwankens ist ganz neuerlich (20. Jan. 1851) Abends zwischen 7 und 8 Uhr am Sirius, der nahe am Horizont stand, auch in Trier von sehr glaubwürdigen Zeugen beobachtet worden. S. den Brief des Oberlehrers der Mathematik Herrn Flesch in Jahn's Unterhaltungen für Freunde der Astronomie.

S. 452 Z. 27 und Anm. ¶

Der Wunsch, welchen ich lebhaft geäußert, der historischen Epoche, in welche das Verschwinden der Röthe des Sirius fällt, mit mehr Sicherheit auf die Spur zu kommen, ist theilweise durch den rühmlichen Fleiß eines jungen Gelehrten, der eine treffliche Kenntniß orientalischer Sprachen mit ausgezeichnetem mathematischen Wissen verbindet, Dr. Wöpcke, erfüllt worden. Der Uebersetzer und Commentator der wichtigen Algebra des Omar Alkhayyami schreibt mir (aus Paris, im August 1851): „Ich habe in Bezug auf Ihre im astronomischen Buche des Kosmos enthaltene Aufforderung die 4 hier befindlichen Mannuscripte der Uranographie des Abdurrahman Al-Ssufi nachgesehen; und gefunden, daß darin α Bootis, α Tauri, α Scorpii und α Orionis sämmtlich ausdrücklich roth genannt werden, Sirius dagegen nicht. Vielmehr lautet die auf diesen bezügliche Stelle in allen 4 Manuscripten übereinstimmend so: „der erste unter den Sternen desselben (des Großen Hundes) ist der große, glänzende an seinem Munde, welcher auf dem Astrolabium verzeichnet ist und Al-jemaanijah genannt wird."" — Wird aus dieser Untersuchung und aus dem, was ich aus Alfragani angeführt, nicht wahrscheinlich, daß der Farbenwechsel zwischen Ptolemäus und die Araber fällt?

S. 489 Z. 47.

In der gedrängten Darlegung der Methode, durch die Geschwindigkeit des Lichts die Parallaxe von Doppelsternen zu finden, sollte es heißen: Die Zeit, welche zwischen den Zeitpunkten verfließt, wo der planetarische Nebenstern der Erde am nächsten ist und wo er ihr am fernsten steht, ist immer länger, wenn er von der größten Nähe zur größten Entfernung übergeht: als die umgekehrte, wenn er aus der größten Entfernung zur größten Nähe zurückkehrt.

S. 500 Z. 17.

In der französischen Uebersetzung des astronomischen Buches des Kosmos, welche zu meiner Freude wieder Herr H. Faye übernommen, hat dieser gelehrte Astronom die Abtheilung von den Doppelsternen sehr bereichert. Ich hatte mit Unrecht die wichtigen Arbeiten des Herrn Yvon Villarceau, welche schon im Laufe des Jahres 1849 in dem Institute verlesen waren, zu benutzen versäumt (s. Connaissance des temps pour l'an 1852 p. 3—128). Ich entlehne hier aus einer Tabelle der Bahn-Elemente von 8 Doppelsternen des Herrn Faye die 4 ersten Sterne, welche er für die am sichersten berechneten hält:

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Namen und Größe der Doppelsterne	Halbe große Are	Excentricität	Umlaufszeit in Jahren	Namen der Berechner	
	3″,857	0,4164	58,262	Savary	1830
ξ Ursae majoris	3,278	0,3777	60,720	J. Herschel	1849
(4. und 5. Gr.)	2,295	0,4037	61,300	Mädler	1847
	2,439	0,4315	61,576	Y. Villarceau	1848
p. Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke	1832
(4. und 6. Gr.)	4,966	0,4445	92,338	Y. Villarceau	1849
	4,8..	0,4781	92,...	Mädler	1849
ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler	1847
(3. und 6,5. Gr.)	1,254	0,4482	36,357	Y. Villarceau	1847
η Coronae	0″,902	0,2891	42,50	Mädler	1847
(5,5. und 6. Gr.)	1,012	0,4744	42,501	Y. Villarceau	1847
	1,111	0,4695	66,257	Derselbe, 2te Lösung	

Das Problem der Umlaufszeit von η Coronae giebt zwei Solutionen: von 42,5 und 66,3 Jahren; aber die neuesten Beobachtungen von Otto Struve geben dem zweiten Resultate den Vorzug. Herr Yvon Villarceau findet für die halbe große Are, Excentricität und Umlaufszeit in Jahren:

γ Virginis	3″,446	0,8699	153,787
ζ Cancri	0″,934	0,3662	58,590
α Centauri	12″,128	0,7187	78,486

Die Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen, welche ζ Herculis dargeboten hat, habe ich (S. 499) scheinbar genannt. Herr Faye zeigt, daß sie eine Folge der factisen Durchmesser der Sterne (Kosmos Buch III. S. 412 u. 450) in unseren Fernröhren ist. — Die Parallaxe von 1830 Groombridge, welche ich S. 489 dieses Buches 0″,226 angegeben, ist gefunden von Schlüter und Wichmann zu 0″,182; von Otto Struve zu 0″,034.

S. 582 Z. 34.

Als der Druck des Abschnittes von den Kleinen Planeten schon geendigt war, ist uns erst im nördlichen Deutschlande die Kunde von der Entdeckung eines fünfzehnten kleinen Planeten (Eunomia) gekommen. Er ist wiederum von Herrn de Gasparis und zwar am 19. Juli 1851 entdeckt worden. Die Elemente der Eunomia, berechnet von G. Rümker, sind:

Epoche der mittleren Länge	1851 Oct. 1,0 m. Greenw. Zeit
mittlere Länge	321°25′29″
Länge des Perihels	27 35 38
Länge des aufsteigenden Knotens	293 52 55
Neigung	11 43 43
Excentricität	0,188402
halbe große Are	2,64758
mittlere tägliche Bewegung	823,630
Umlaufszeit	1574 Tage.

S. 592 Z. 14.

Nach einer freundschaftlichen Mittheilung von Sir John Herschel (8. Nov. 1851) hat Herr Lassell am 24., 28., 30. Oct. und 2. Nov. des vorgenannten Jahres zwei Uranus-Satelliten deutlich beobachtet, die dem Hauptplaneten noch näher zu liegen scheinen als der erste Satellit von Sir William Herschel, welchem dieser eine Umlaufszeit von ungefähr 5 Tagen und 21 Stunden zuschreibt, welcher aber nicht erkannt wurde. Die Umlaufszeiten der beiden jetzt von Lassell gesehenen Uranustrabanten waren nahe an 4 und 2½ Tage.

Inhalts-Uebersicht.

Erstes Buch.

II. Tellurischer Theil des Kosmos S. 77–191.

a) Gestalt der Erde, mittlere Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetische Thätigkeit, Lichtprocesse S. 77–104.

b) Lebensthätigkeiten des Erdkörpers nach außen. — Reaction des Inneren des Planeten gegen seine Rinde und Oberfläche. Unterirdisches Getöse ohne Erschütterungswellen. Erdbeben als dynamisches Phänomen. S. 104–112.

c) Stoffartige Productionen, die das Erdbeben oft begleiten. Luft- und Wasser-Quellen. Salsen und Schlamm-Vulkane. Hebungen des Bodens durch elastische Kräfte. S. 112–116.

d) Feuerspeiende Berge. Erhebungskrater. Vertheilung der Vulkane auf der Erde. S. 116–128.

e) Die vulkanischen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. — Geognostische Classification der Gebirgsmassen in vier Gruppen. — Contact-Phänomene. — Versteinerungshaltige Schichten. Ihre Aufrichtung. Fauna und Flora der Vorwelt. Zerstreuung der Felsblöcke. S. 128–150.

f) Die geognostischen Epochen, bezeichnet durch die mineralogische Verschiedenheit der Gebirgsarten, haben den Zustand räumlicher Vertheilung der Feste und des Flüssigen, der Continente und der Meere bestimmt. Individuelle Gestaltungen der Feste in horizontaler Ausdehnung und senkrechter Erhebung. — Verhältniß der Areale. Gliederung. Fortgesetzte Faltung der Erdrinde. S. 150–159.

g) Umhüllungen der starren Oberfläche des Planeten, tropfbar-flüssige und luftförmige. Wärmevertheilung in beiden. — Meer. Ebbe und Fluth. Strömungen und ihre Folgen. S. 159–164.

h) Atmosphäre. Chemische Zusammensetzung. — Schwankungen der Dichtigkeit. — Gesetz der Windrichtung. Mittlere Wärme. Aufzählung der temperaturerhöhenden und temperaturvermindernden Ursachen. Continental- und Insel-Klima. Ost- und Westküsten. — Ursach der Krümmung der Isothermen. — Grenze des ewigen Schnees. — Dampfmenge. — Electricität des Luftkreises. Wolkengestalt. S. 165–181.

i) Scheidung des anorganischen Erdenlebens von der Geographie des Organisch-Lebendigen, der Geographie der Pflanzen und Thiere. — Physische Abstufungen des Menschengeschlechts. S. 181–191.

Specielle Zergliederung des Naturgemäldes mit Beziehung auf den Inhalt der Anmerkungen.

I. Uranologischer Theil des Kosmos S. 38–77.

Inhalt der Welträume. Vielgestaltete Nebelflecke, planetarische Nebel und Nebelsterne. — Landschaftliche Anmuth des südlichen Himmels (S. 39 und 40). — Vermuthungen über die räumliche Anordnung des Weltgebäudes. Unser Sternhaufen, eine Weltinsel. Sternaichungen. — Doppelsterne, um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt kreisend. Entfernung des Sterns 61 im Schwan (S. 41 und Anm. S. 42, und S. 77). — Attractions-Systeme verschiedener Ordnung. S. 39–42. — Unser Sonnensystem viel complicirter, als man es noch am Ende des verflossenen Jahrhunderts geglaubt. Hauptplaneten mit Neptun, Asträa, Hebe und Iris jetzt 15, Nebenplaneten 18; Myriaden von Cometen, worunter mehrere innere, in die Planetenbahnen eingeschlossene; ein rotirender Ring (das Zodiacallicht), und wahrscheinlich Meteorsteine als kleine Weltkörper. — Die telescopischen Planeten, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Asträa, Hebe und Iris, mit ihren stark geneigten und mehr excentrischen, in einander verschlungenen Bahnen, scheiden, als mittlere Gruppe, die innere Planetengruppe (Merkur, Venus, Erde und Mars) von der äußeren (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun). Centralsonne dieser Planetengruppen. — Verhältnisse der Abstände von einem Centralkörper. Verschiedenheiten der absoluten Größe, Dichtigkeit, Umdrehungszeit, Excentricität und Neigung der Bahnen. Das sogenannte Gesetz der Abstände der Planeten von ihrer Centralsonne. Mondreichste Planeten. S. 42–44. — Räumliche (absolute und relative) Verhältnisse der Nebenplaneten; größter und kleinster der Monde. Größte Annäherung an einen Hauptplaneten. — Rückläufige Bewegung der Uranusmonde. Libration des Erdmondes. S. 44–47. — Cometen. Kern und Schweif. Mannigfaltige Form und Richtung der Ausströmungen in conoidischen Hüllen mit dickerer und dünnerer Seitenwand. Mehrfache Schweife, selbst der Sonne zugekehrt. Formenwechsel des Schweifes; vermuthete Rotation desselben. Natur des Lichts. Sogenannte Bedeckungen von Fixsternen durch Cometenkerne. Excentricität der Bahnen und Umlaufszeiten. Größte Entfernung und größte Nähe der Cometen. Durchgang durch das System der Jupitersmonde. — Cometen von kurzer Umlaufszeit, wohl besser innere Cometen genannt (Encke, Biela, Faye). S. 47–53. — Kreisende Aërolithen (Meteorsteine, Feuerkugeln, Sternschnuppen). Planetarische Geschwindigkeit. Größe, Form, beobachtete Höhe. Periodische Wiederkehr in Strömen; November-Strom und der des heil. Laurentius. Chemische Zusammensetzung der Meteor-Asteroiden. S. 54–67. — Ring des Thierkreislichts. — Beschränktheit der jetzigen Sonnen-Atmosphäre. S. 67–72. — Orts-Veränderung des ganzen Sonnensystems S. 72–73. — Das Walten der Gravitationsgesetze auch jenseits unseres Sonnensystems. — Milchstraße der Sterne und ihr vermuthetes Aufbrechen. Milchstraße von Nebelflecken, rechtwinklig mit der der Sterne. — Umlaufszeiten zweifarbiger Doppelsterne. — Sternenteppich; Oeffnungen im Himmel, in der Sternschicht. — Begebenheiten im Weltraum; Auflodern neuer Sterne. — Fortpflanzung des Lichtes; der Anblick des gestirnten Himmels bietet Ungleichzeitiges dar. S. 73–77.

II. Tellurischer Theil des Kosmos S. 77–191.

a) Gestalt der Erde. Dichtigkeit, Wärmegehalt, electro-magnetische Spannung und Erdlicht. S. 77–104, und in den Anmerkungen: Ergründung der Abplattung und Krümmung der Erdoberfläche durch Gradmessungen, Pendel-Schwingungen und gewisse Ungleichheiten der Mondsbahn. — Mittlere Dichtigkeit der Erde. — Erdrinde, wie tief wir sie kennen? S. 77–87. — Dreierlei Bewegung der Wärme des Erdkörpers, sein thermischer Zustand. Gesetz der Zunahme der Wärme mit der Tiefe. S. 87–90. — Magnetismus, Electricität in Bewegung. Periodische Veränderlichkeit des tellurischen Magnetismus. Störung des regelmäßigen Ganges der Magnetnadel. Magnetische Ungewitter; Ausdehnung ihrer Wirkung. Offenbarungen der magnetischen Kraft an der Oberfläche in drei Classen der Erscheinungen: Linien gleicher Kraft (isodynamische), gleicher Neigung (isoklinische) und gleicher Abweichung (isogonische). — Lage der Magnetpole. Ihr vermutheter Zusammenhang mit den Kältepolen. — Wechsel aller magnetischen Erscheinungen des Erdkörpers. — Errichtung magnetischer Warten seit 1828; ein weitverbreitetes Netz magnetischer Stationen. S. 9–99. — Lichtentwickelung an den Magnetpolen; Erdlicht als Folge electro-magnetischer Thätigkeit unseres Planeten. Höhe des Polarlichts. Ob das magnetische Gewitter mit Geräusch verbunden ist? Zusammenhang des Polarlichts (einer electro-magnetischen Licht-Entwickelung) mit der Erzeugung von Cirrus-Wölkchen. — Andere Beispiele irdischer Lichterzeugung. S. 100–104.

b) Lebensthätigkeit des Planeten nach außen, als Hauptquelle geognostischer Erscheinungen. Verkettung der bloß dynamischen Erschütterung oder Hebung ganzer Theile der Erdrinde mit stoffhaltigem Erguß und Erzeugung von gasförmigen und tropfbaren Flüssigkeiten, von heißem Schlamme, von geschmolzenen Erden,

die als Gebirgsarten erhärten. — Vulcanicität in der größten Allgemeinheit des Begriffs ist die Reaction des Inneren eines Planeten gegen seine Oberfläche. — Erdbeben. Umfang der Erschütterungskreise und ihre allmälige Erweiterung. — Ob Zusammenhang mit Veränderungen im tellurischen Magnetismus und Processen des Luftkreises. Getöse, unterirdischer Donner ohne fühlbare Erschütterung. Gebirgs-Massen, welche die Fortpflanzung der Erschütterungswelle modificiren. — Hebungen; Ausbrüche von Wasser, heißen Dämpfen, Schlamm, Mofetten, Rauch und Flammen während des Erdbebens. S. 104–112.

c) Nähere Betrachtung von stoffartigen Productionen als Folge innerer planetarischer Lebensthätigkeit. Es steigen aus dem Schooße der Erde hervor, durch Spalten und Ausbruchkegel, Luftarten, tropfbare Flüssigkeiten (rein oder gesäuert), Schlamm und geschmolzene Erden. — Die Vulkane sind eine Art intermittirender Quellen. Temperatur der Thermen; ihre Constanz und Veränderung. — Tiefe des Heerdes. S. 112–116. — Salsen, Schlammvulkane. Wenn feuerspeiende Berge als Quellen geschmolzener Erden vulkanische Gebirgsarten hervorbringen, so erzeugen dagegen Quellwasser durch Niederschlag Kalksteinschichten. Fortgesetzte Erzeugung von Sediment-Gestein. S. 116.

d) Mannigfaltigkeit der vulkanischen Hebungen. — Domförmige, ungeöffnete Trachytberge. — Eigentliche Vulkane, die aus Erhebungskratern oder zwischen den Trümmern ihrer ehmaligen Bildung hervortreten. — Permanente Verbindung des inneren Erdkörpers mit dem Luftkreise. Verhältniß gegen gewisse Gebirgsarten. Einfluß der Höhen-Verhältnisse auf die Frequenz der Ausbrüche. Höhe des Aschenkegels. Eigenthümlichkeiten der Vulkane, welche sich über die Schneegrenze erheben. — Aschen- und Feuersäulen. Vulkanische Gewitter während des Ausbruchs. Mineralische Zusammensetzung der Laven. S. 116–123. — Vertheilung der Vulkane auf der Erdfläche; Central- und Reihen-Vulkane, Insel- und Küsten-Vulkane. Abstand der Vulkane von der Meeresküste. Erlöschen der vulkanischen Kräfte. S. 123–128.

e) Verhältniß der Vulkane zu der Natur der Gebirgsmassen; die vulkanischen Kräfte bilden neue Gebirgsarten und wandeln ältere um. Ihr Studium leitet auf Doppelwegen zu dem mineralogischen Theile der Geognosie (Lehre vom Gewebe und von der Lage der Erdschichten) und zur Gestaltung der über den Meeresspiegel gehobenen Continente und Inselgruppen (Lehre von der geographischen Form und den Umrissen der Erdtheile). Classification der Gebirgsarten nach Maaßgabe der Erscheinungen der Bildung und Umwandlung, welche noch jetzt unter unseren Augen vorgehen: Eruptions-Gestein, Sediment-Gestein, umgewandeltes (metamorphosirtes) Gestein, Conglomerate. — Die zusammengesetzten Gebirgsarten sind bestimmte Associationen von oryctognostisch einfachen Fossilien. — Vier Phasen der Bildungszustände: Eruptions-Gestein, endogenes (Granit, Syenit, Porphyre, Grunsteine, Hypersthenfels, Euphotid, Melaphyr, Basalt und Phonolith); Sediment-Gestein (silurische Schiefer, Steinkohlen-Ablagerungen, Kalksteine, Travertino, Infusorienlager); umgewandeltes Gestein, das neben den Trümmern des Eruptions- und Sediment-Gesteins auch Trümmer von Gneiß, Glimmerschiefer und älteren metamorphischen Massen enthält; Aggregate und Sandstein-Bildungen (Trümmergestein). S. 128–133. — Contact-Phänomene erläutert durch künstliche Nachbildung der Mineralien. Wirkungen des Drucks und der verschiedenen Schnelligkeit der Abkühlung. Entstehung des körnigen (salinischen) Marmors, Verkieselung der Schiefer zu Band-Jaspis, Umwandelung der Kreide-Mergel durch Granit zu Glimmerschiefer; Dolomitisirung, Granitbildung in Thonschiefer bei Berührung mit Basalt und Dolerit-Gestein. — Füllung der Gangmassen von unten. Processe der Cämentirung in den Agglomerat-Bildungen. Reibungs-Conglomerate. S. 134–141. Relatives Alter der Felsmassen, Chronometrik der Erdrinde. Versteinerungshaltige Schichten. — Relatives Alter der Organismen. Einfachheit der ersten Lebensformen? Abhängigkeit physiologischer Abstufungen von dem Alter der Formationen. — Geognostischer Horizont, dessen sorgfältige Verfolgung sichere Aufschlüsse gewährt über die Identität oder das relative Alter der Formationen, über die periodische Wiederkehr gewisser Schichten, ihren Parallelismus oder ihre gänzliche Suppression (Verkümmerung). — Typus der Sediment-Gebilde in der größten Einfachheit seiner Verallgemeinerung aufgefaßt: silurische und devonische Schichten (die ehemals sogenannten Uebergangs-Gebirge); die untere Trias (Bergkalk, Steinkohlen-Gebirge sammt Todtliegendem und Zechstein); die obere Trias (bunter Sandstein, Muschelkalk und Keuper); Jurakalk (Lias und Oolithen); Quadersandstein, untere und obere Kreide, als die letzte der Flözschichten, welche mit dem Bergkalk beginnen; Tertiär-Gebilde in drei Abtheilungen, die durch Grobkalk, Braunkohle und Süd-Apenninen-Gerölle bezeichnet werden. — Faunen und Floren der Vorwelt, ihr Verhältniß zu den jetzigen Organismen. Riesenmäßige Knochen vorweltlicher Säugethiere im oberen Schuttlande. — Vegetation der Vorwelt, Monumente der Pflanzengeschichte. Wo gewisse Pflanzengruppen ihr Maximum erreichen; Cycadeen in den Keuperschichten und der Lias, Coniferen im bunten Sandstein. Ligniten und Braunkohlenschichten (Bernsteinbaum). — Ablagerung großer Felsblöcke, Zweifel über ihren Ursprung. S. 141–150.

f) Die Kenntniß der geognostischen Epochen, des länderbildenden und zertrümmernden Emporsteigens von Bergketten und Hochebenen leitet durch inneren Causalzusammenhang auf die räumliche Vertheilung der Feste und des Flüssigen, auf die Besonderheiten der Naturgestaltung der Erdoberfläche. — Jetziges Areal-Verhältniß des Starren zum Flüssigen sehr verschieden von dem, welches die für den physischen Theil der älteren Geographie entworfenen Karten darlegen. Wichtigkeit der Eruption der Quarzporphyre für die derzeitige Gestaltung der Continentalmassen. — Individuelle Gestaltung in horizontaler Ausdehnung (Gliederungs-Verhältnisse) und in senkrechter Erhebung (hypsometrische Ansichten). — Einfluß der Areal-Verhältnisse von Land und Meer auf Temperatur, Windrichtung, Fülle oder Kargheit organischer Erzeugnisse, auf die Gesammtheit aller meteorologischen Processe. — Orientirung der größten Axen der Continental-Masse. Gliederung, pyramidale Endigung gegen Süden, Reihe der Halbinseln. Thalbildung des atlantischen Oceans. Formen, die sich wiederholen. S. 150–154. — Abgesonderte Gebirgsglieder, Systeme der Bergketten und Mittel, ihr relatives Alter zu bestimmen. Versuche, den Schwerpunkt des Volums der jetzt über dem Meeresspiegel erhobenen Länder zu bestimmen. Die Hebung der Continente ist noch jetzt in langsamem Fortschreiten, und an einzelnen Punkten durch bemerkbares Sinken compensirt. Alle geognostischen Phänomene deuten auf periodischen Wechsel von Thätigkeit im Inneren unsres Planeten. Wahrscheinlichkeit neuer Faltungen. S. 154–159.

g) Die starre Oberfläche der Erde hat zweierlei Umhüllungen, tropfbar flüssige und luftförmige. Contraste und Analogien, welche diese Umhüllungen, das Meer und die Atmosphäre, darbieten in Aggregat- und Electricitäts-Zuständen, Störungen und Temperatur-Verhältnissen. Tiefen des Oceans und des Luftmeers, dessen Untiefen unsere Hochländer und Bergketten sind. — Wärmegehalt des Meeres an der Oberfläche in verschiedenen Breiten und in den unteren Schichten. Tendenz des Meeres wegen Verschiebbarkeit der Theile und Veränderung der Dichtigkeit die Wärme seiner Oberfläche in den der Luft nächsten Schichten zu bewahren. Maximum der Dichtigkeit des salzigen Wassers. Lage der Zonen der wärmsten Wasser und der am meisten gesalzenen. Thermischer Einfluß der unteren Polarströme,

mit den Meeresströmen in dem Weltmeere. S. 159 und 160. — [illegible] des Meeres der Meere und permanente [illegible] die Strömungen des [illegible]: verschieden als Ebbe und Fluth. — [illegible] Aequatorial-Strom: [illegible] warme [illegible] [illegible] kalte peruanische Strom in dem östlichen Theile des stillen Meeres südlicher Zone. — Temperatur der Untiefen. — [illegible] des Oceans: [illegible] der [illegible] [illegible] der [illegible] am [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. S. 160–164.

c. Die gasförmige Umhüllung unseres Planeten, das Luftmeer. — Chemische Zusammensetzung der Atmosphäre, Durchsichtigkeit, Polarisation, Druck, Temperatur, Feuchtigkeit und electrische Spannung. — Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff; Kohlensäure-Gehalt; gekohlter Wasserstoff; Ammoniakal-Dämpfe. Miasmen. Regelmäßige (stündliche) Veränderungen des Luftdrucks. Mittlerer Barometerstand am Meere in verschiedenen Zonen. Isobarometrische Curven. — Barometrische Windrose. Drehungsgesetz der Winde und seine Wichtigkeit für die Kenntniß vieler meteorologischen Processe. Land- und Seewinde; Passate und Monsune. S. 164–168. — Ungleiche Wärmevertheilung im Luftkreise, als Wirkung der relativen Stellung der durchsichtigen und undurchsichtigen Massen (der flüssigen und festen Oberflächenräume), wie der hypsometrischen Configuration der Continente. — Krümmung der Isothermen in horizontaler und verticaler Richtung, in der Ebene und in den über einander gelagerten Luftschichten. Convexe und concave Scheitel der Isothermen. — Mittlere Wärme des Jahres, der Jahreszeiten, der Monate, der Tage. Aufzählung der Ursachen, welche Störungen in der Gestalt der Isothermen hervorbringen, d. h. ihre Abweichung von der Lage der geographischen Parallele bewirken. Isochimenen und Isotheren, Linien gleicher Winter- und Sommerwärme. — Temperatur-erhebende und temperatur-vermindernde Ursachen. Strahlung der Erdoberfläche nach Maßgabe ihrer Inclination, Farbe, Dichtigkeit, Dürre und chemischen Composition. — Die Wolkendecke, Verkündigerin dessen, was in der oberen Luft vorgeht, ist am heitern Sommerhimmel das „projicirte Bild" des wärmestrahlenden Bodens. — Contrast zwischen dem Insel- oder Küsten-Klima, dessen alle vielgegliederten buchten- und halbinselreichen Continente genießen, und dem Klima des Innern großer Ländermassen. Ost- und Westküsten. Unterschiede der südlichen und nördlichen Hemisphäre. — Thermische Scalen der Culturpflanzen, herabsteigend von Vanille, Cacao und Pisang bis zu Citronen, Oelbaum und trinkbarem Wein. Einfluß, welchen diese Scalen auf die geographische Verbreitung der Culturen ausüben. Das günstige Reifen und das Nichtreifen der Früchte wird wesentlich bedingt durch die Unterschiede der Wirkung des directen und zerstreuten Lichtes bei heiterem und durch Nebel verschleiertem Himmel. — Allgemeine Angabe der Ursachen, welche dem größeren Theile von Europa, als der westlichen Halbinsel von Asien, ein milderes Klima verschaffen. S. 168–171. — Bestimmung der mittleren Temperatur-Veränderung der Jahres- oder Sommerwärme, welche dem Fortschreiten um 1° geographischer Breite entspricht. Gleichheit der mittleren Temperatur einer Bergebene und der Polar-Distanz eines im Meeresspiegel gelegenen Punktes. — Abnahme der Temperatur mit der Höhe. Grenze des ewigen Schnees und Schwankungen dieser Grenze. Ursachen der Störung in der Regelmäßigkeit des Phänomens; nördlicher und südlicher Himalaya-Abhang; [illegible] der Schneegrenze von Quito. S. 175–177. — Dampfmenge des Luftkreises nach Stunden des Tages, nach den Jahreszeiten, Breitengraden und Höhen. Größte Trockenheit der Atmosphäre, beobachtet im nördlichen Asien zwischen den Flußgebieten des Irtysch und Ob. — Thau als Folge der Strahlung. Regenmenge. S. 177 und 178. — Electricität des Luftkreises und Störung der electrischen Spannung. Geographische Vertheilung der Gewitter. Vorherbestimmung atmosphärischer Veränderungen. Die wichtigsten klimatischen Störungen können nicht eine örtliche Ursach in dem Beobachtungsorte haben, sie sind Folge einer Begebenheit, welche in weiter Ferne das Gleichgewicht in den Luftströmungen unterbrochen hat. S. 178–181.

d. Die physische Erdbeschreibung ist nicht auf das elementare, anorganische Erdleben beschränkt; zu einem höheren Standpunkte erhoben, umfaßt sie die Sphäre des organischen Lebens und der zahllosen Abstufungen seiner typischen Entwickelung. — Thier- und Pflanzenleben. Allbelebtheit der Natur in Meer und Land; microscopische Lebensformen zwischen dem Polareise, wie in den Tiefen des Oceans zwischen den Wendekreisen. Erweiterung des Horizonts des Lebens durch Ehrenberg's Entdeckungen. — Schätzung der Masse des Volums der thierischen und vegetabilischen Organismen. S. 181–185. (Die speciellen Temperaturverhältnisse der Weincultur Anm. S. 178.) — Geographie der Pflanzen und Thiere. Wanderung der Organismen im Ei oder durch eigene Bewegungsorgane. Verbreitungs-Sphären in Abhängigkeit klimatischer Verhältnisse. Vegetations-Gebiete und Gruppirung der Thiergeschlechter. Einzeln und gesellig lebende Pflanzen und Thiere. Der Charakter der Floren und Faunen ist nicht sowohl durch das Vorherrschen einzelner Familien unter gewissen Breiten, als durch die viel complicirteren Verhältnisse des Zusammenlebens vieler Familien und den relativen Zahlenwerth ihrer Arten bestimmt. Formen natürlicher Familien, welche vom Aequator nach den Polen hin ab- oder zunehmen. Untersuchungen über das Zahlenverhältniß, in dem in verschiedenen Erdstrichen jede der großen Familien zu der ganzen daselbst wachsenden Masse der Phanerogamen steht. S. 185–187. — Das Menschengeschlecht in seinen physischen Abstufungen und in der geographischen Verbreitung seiner gleichzeitig vorhandenen Typen. Racen, Abarten. Alle Menschenracen sind Formen einer einzigen Art. Einheit des Menschengeschlechts. — Sprachen, als geistige Schöpfungen der Menschheit, Theile der Naturkunde des Geistes, offenbaren eine nationelle Form; aber geschichtliche Ereignisse haben bewirkt, daß bei Völkern sehr verschiedener Abstammung sich Idiome desselben Sprachstammes finden. S. 187–191.

Zweites Buch.

Allgemeine Uebersicht des Inhalts.

A. Anregungs-Mittel zum Naturstudium.

Reflex der Außenwelt auf die Einbildungskraft. S. 192–241.

I. Dichterische Naturbeschreibung. Naturgefühl nach Verschiedenheit der Zeiten und der Völkerstämme. S. 193–228.

II. Landschaftmalerei. Graphische Darstellung der Physiognomik der Gewächse. S. 228–237.

III. Cultur exotischer Gewächse. Contrastirende Zusammenstellung von Pflanzengestalten. S. 237–241.

B. Geschichte der physischen Weltanschauung.

Hauptmomente der allmäligen Entwicklung und Erweiterung des Begriffs vom Kosmos, als einem Naturganzen. S. 242–384.

I. Das Mittelmeer als Ausgangspunkt der Versuche ferner Schifffahrt gegen Nordost (Argo-

nauten), gegen Süden (Ophir), gegen Westen (Phönicier und Colaus von Samos). Anreihung dieser Darstellung an die früheste Cultur der Völker, die das Becken des Mittelmeers umwohnten. S. 249–268.

II. Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen. Verschmelzung des Ostens mit dem Westen. Das Griechenthum befördert die Völkervermischung vom Nil bis zum Euphrat, dem Jaxartes und Indus. Plötzliche Erweiterung der Weltansicht durch eigene Beobachtung, wie durch den Verkehr mit altcultivirten, gewerbetreibenden Völkern. S. 268–277.

III. Zunahme der Weltanschauung unter den Lagiden. Museum im Serapeum. Encyclopädische Gelehrsamkeit. Verallgemeinerung der Naturansichten in den Erd- und Himmelsräumen. Vermehrter Seehandel nach Süden. S. 277–283.

IV. Römische Weltherrschaft. Einfluß eines großen Staatsverbandes auf die kosmischen Ansichten, Fortschritte der Erdkunde durch Landhandel. Die Entstehung des Christenthums erzeugt und begünstigt das Gefühl von der Einheit des Menschengeschlechts. S. 283–294.

V. Einbruch des arabischen Volksstammes. Geistige Bildsamkeit dieses Theils der semitischen Völker. Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. Arzneimittel-Lehre und Chemie. Erweiterung der physischen Erdkunde, der Astronomie und der mathematischen Wissenschaften im allgemeinen. S. 295–311.

VI. Zeit der großen oceanischen Entdeckungen. Eröffnung der westlichen Hemisphäre. Amerika und das stille Meer. Die Scandinavier, Columbus, Cabot und Gama; Cabrillo, Mendaña und Quiros. Die reichste Fülle des Materials zur Begründung der physischen Erdbeschreibung wird den westlichen Völkern Europa's dargeboten. S. 311–352.

VII. Zeit der großen Entdeckungen in den Himmelsräumen durch Anwendung des Fernrohrs. Hauptepoche der Sternkunde und Mathematik von Galilei und Kepler bis Newton und Leibnitz. S. 352–381.

VIII. Vielseitigkeit und innigere Verkettung der wissenschaftlichen Bestrebungen in der neuesten Zeit. Die Geschichte der physischen Wissenschaften schmilzt allmälig mit der Geschichte des Kosmos zusammen. S. 382–384.

Specielle Uebersicht des Inhalts.

A. Anregungsmittel zum Naturstudium.

I. Dichterische Naturbeschreibung. Die Hauptresultate der Beobachtung, wie sie der reinen Objectivität wissenschaftlicher Naturbeschreibung angehören, sind in dem Naturgemälde aufgestellt worden; jetzt betrachten wir den Reflex des durch die äußeren Sinne empfangenen Bildes auf das Gefühl und die dichterisch gestimmte Einbildungskraft. — Sinnesart der Griechen und Römer. Ueber den Vorwurf, als wäre in beiden das Naturgefühl minder lebhaft gewesen. Nur die Aeußerungen des Naturgefühls sind seltener, weil in den großen Formen der lyrischen und epischen Dichtung das Naturbeschreibende bloß als Beiwerk auftritt und in der alten hellenischen Kunstbildung sich alles gleichsam im Kreise der Menschheit bewegt. — Frühlingspäane, Homer, Hesiodus. Tragiker; Fragment aus einem verlorenen Werke des Aristoteles. Bukolische Dichtung, Nonnus, Anthologie. — Eigenthümlichkeit der griechischen Landschaft. S. 193–195. — Römer; Lucretius, Virgil, Ovidius, Lucanus, Lucilius Junior. Spätere Zeit, wo das poetische Element nur als zufälliger Schmuck des Gedankens erscheint; Moselgedicht des Ausonius. Römische Prosaiker; Cicero in seinen Briefen, Tacitus, Plinius. Beschreibung römischer Villen. S. 195–203. — Veränderungen der Sinnesart und der Darstellung der Gefühle, welche die Verbreitung des Christenthums und das Einsiedlerleben hervorbringen. Minucius Felix im Octavius. Stellen aus den Kirchenvätern; Basilius der Große in der Wildniß am armenischen Flusse Iris, Gregorius von Nyssa, Chrysostomus. Sentimental-schwermüthige Stimmung. S. 203–206. — Einfluß der Racenverschiedenheit, welche sich in der Färbung der Naturschilderungen offenbart bei Hellenen, italischen Stämmen, Germanen des Nordens, semitischen Völkern, Persern und Indern. Die überreiche poetische Literatur der drei letzten Racen lehrt, daß einer langen, winterlichen Entbehrung des Naturgenusses wohl nicht allein die Lebendigkeit des Naturgefühls bei den nordischen germanischen Stämmen zuzuschreiben ist. — Ritterliche Poesie der Minnesänger und deutsches Thier-Epos nach Jacob und Wilhelm Grimm. Celtisch-irische Naturdichtungen. S. 206–209. — Ost- und west-arische Völker (Inder und Perser). Ramayana und Mahabbarata; Sakuntala und Kalidasa's Wolkenbote. Persische Literatur im iranischen Hochlande, nicht über die Zeit der Sassaniden hinaufsteigend. S. 209–212. (Ein Fragment von Theodor Goldstücker Anm. S. 210 und 211). — Finnisches Epos und Lieder, aus dem Munde der Karelier gesammelt von Elias Lönnrot, S. 213. — Aramäische Nationen; Naturpoesie der Hebräer, in der sich der Monotheismus spiegelt, S. 213–215. — Alte arabische Literatur; Schilderung des beduinischen Wüstenlebens in Antar; Naturbeschreibung des Amru'l Kais S. 215 und 216. — Nach dem Hinschwinden aramäischer, griechischer und römischer Herrlichkeit erscheint Dante Alighieri, dessen poetische Schöpfung von Zeit zu Zeit das tiefste Gefühl des irdischen Naturlebens athmet. Petrarca, Bojardo und Vittoria Colonna. Aetna dialogus und malerische Schilderung des üppigen Pflanzenlebens der neuen Welt in den Historiae Venetae des Bembo. Christoph Columbus. S. 216–219. — Die Lusiaden des Camoens. S. 220 und 221. — Spanische Poesie; die Araucana des Don Alonso de Ercilla, Fray Luis de Leon und Calderon nach Ludwig Tieck. — Shakespeare, Milton, Thomson. S. 221–223. — Französische Prosaiker: Rousseau, Buffon, Bernardin de St. Pierre und Chateaubriand. S. 223–225. — Rückblick auf die Darstellung der älteren Reisenden des Mittelalters, John Mandeville, Hans Schiltberger und Bernhard von Breitenbach; Contrast mit den neueren Reisenden. Cook's Begleiter Georg Forster. S. 225 und 226. — Der gerechte Tadel der „beschreibenden Poesie" als eigener für sich bestehender Form der Dichtung trifft nicht das Bestreben, ein Bild der durchwanderten Zonen aufzustellen, die Resultate unmittelbarer Naturanschauung durch die Sprache, d. h. durch die Kraft des bezeichnenden Wortes, zu versinnlichen. Alle Theile des weiten Schöpfungskreises vom Aequator bis zu der kalten Zone können sich einer begeisternden Kraft auf das Gemüth erfreuen. S. 227 und 228.

II. Landschaftmalerei in ihrem Einfluß auf die Belebung des Naturstudiums. — In dem classischen Alterthum war nach der besonderen Geistesrichtung der Völker die Landschaftmalerei eben so wenig als die dichterische Schilderung einer Gegend ein für sich bestehendes Object der Kunst. Der ältere Philostrat. Scenographie. Ludius. — Spuren der Landschaftmalerei bei den Indern in der glänzenden Epoche des Vikramaditya. — Herculanum und Pompeji. — Christliche Malerei von Constantin dem Großen bis zum Anfang des Mittelalters. Miniaturen der Manuscripte. S. 228–230. — Ausbildung des Landschaftlichen in den historischen Bildern der Gebrüder van Eyck. Das 17te Jahrhundert als die glänzende Epoche der Landschaftmalerei (Claude Lorrain, Ruysdael, Gaspard und Nicolaus Poussin, Everdingen, Hobbema und Cuyp). — Späteres Streben nach Naturwahrheit der Vegetationsformen. Darstellung der Tropen-Vegetation. Franz Post, Begleiter des Prinzen Moritz von Nassau. Eckhout. Bedürfniß physiognomischer Naturdarstellung. — Eine große kaum vollbrachte Weltbegebenheit, die Unabhängigkeit und Gründung gesetzlicher Freiheit im spanischen und portugiesischen Amerika (wo in der Andeskette zwischen den Wendekreisen volkreiche Städte bis zu 13000 Fuß Höhe

über der Meeresfläche liegen), die zunehmende Cultur von Indien, Neu-Holland, der Sandwich-Inseln und Süd-Afrika's werden einst nicht bloß der Meteorologie und beschreibenden Naturkunde, sondern auch der Landschaftmalerei, dem graphischen Ausdruck der Naturphysiognomie, einen neuen Schwung und großartigen Charakter geben. — Wichtigkeit der Benutzung Parker'scher Rundgemälde. — Der Begriff eines Naturganzen, das Gefühl der harmonischen Einheit im Kosmos wird um so lebendiger unter den Menschen werden, als sich die Mittel vervielfältigen, die Gesammtheit der Naturerscheinungen zu anschaulichen Bildern zu gestalten. S. 230–237.

III. Cultur exotischer Gewächse; Eindruck der Physiognomik der Gewächse, soweit Pflanzungen diesen Eindruck hervorbringen können. — Landschaftgärtnerei. Früheste Parkanlagen im mittleren und südlichen Asien, heilige Bäume und Haine der Götter. S. 237–239. Gartenanlagen ostasiatischer Völker. Chinesische Gärten unter der siegreichen Dynastie der Han. Gartengedicht eines chinesischen Staatsmannes, Seema-kuang, aus dem Ende des 11ten Jahrhunderts. Vorschriften des Lieu-tscheu. Naturbeschreibendes Gedicht des Kaisers Kien-long. — Einfluß des Zusammenhanges buddhistischer Mönchsanstalten auf die Verbreitung schöner, charakteristischer Pflanzenformen. S. 240 und 241.

B. Geschichte der physischen Weltanschauung.

Einleitung. Die Geschichte der Erkenntniß des Weltganzen ist von der Geschichte der Naturwissenschaften, wie sie unsere Lehrbücher der Physik und der Morphologie der Pflanzen und Thiere liefern, ganz verschieden. Sie ist gleichsam die Geschichte des Gedankens von der Einheit in den Erscheinungen und von dem Zusammenwirken der Kräfte im Weltall. — Behandlungsweise der Geschichte des Kosmos: a) selbstständiges Streben der Vernunft nach Naturgesetzen; b) Weltbegebenheiten, welche plötzlich den Horizont der Beobachtung erweitert haben; c) Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung. — Sprachen. Verbreitungsstrahlen der Cultur. Sogenannte Urphysik und durch Cultur verdunkelte Naturweisheit wilder Völker. S. 242–249.

Hauptmomente einer Geschichte der physischen Weltanschauung.

I. Das Becken des Mittelmeers als Ausgang der Versuche, die Idee des Kosmos zu erweitern. Unterabtheilungen der Gestaltung des Beckens. Wichtigkeit der Bildung des arabischen Meerbusens. Kreuzung zweier geognostischen Hebungssysteme NO—SW und SSO—NNW. Wichtigkeit der letzteren Spaltungsrichtung für den Weltverkehr. — Alte Cultur der das Mittelmeer umwohnenden Völker. — Nilthal, altes und neues Reich der Aegypter. — Phönicier, ein vermittelnder Stamm, verbreiten Buchstabenschrift (phönicische Zeichen), Münze als Tauschmittel und das ursprünglich babylonische Maaß und Gewicht. Zahlenlehre, Rechenkunst. Nachtschifffahrt. Westafrikanische Colonien. S. 249–258. — Hiram-Salomonische Expeditionen nach den Goldländern Ophir und Supara S. 259 und 260. — Pelasgische Tyrrhener und Tusker (Rasener). Eigenthümliche Neigung des tuscischen Stammes zu einem innigen Verkehr mit den Naturkraften; Fulguratoren und Aquilegen. S. 260 und 261. — Andere sehr alte Culturvölker, die das Mittelmeer umwohnen. Spuren der Bildung im Osten unter Phrygiern und Lyciern, im Westen unter Turdulern und Turdetanern. — Anfänge der hellenischen Macht. Vorder-Asien die große Heerstraße von Osten her einwandernder Völker; die ägäische Inselwelt das vermittelnde Glied zwischen dem Griechenthum und dem fernen Orient. Ueber den 48sten Breitengrad hinaus sind Europa und Asien durch flache Steppenländer wie in einander verflossen; auch betrachten Pherecydes von Syros und Herodot das ganze nördliche scythische Asien als zum sarmatischen Europa gehörig. — Seemacht, dorisches und ionisches Leben in die Pflanzstädte übergetragen. — Vordringen gegen Osten nach dem Pontus und Kolchis, erste Kenntniß der westlichen Gestade des caspischen Meeres, nach Hecatäus mit dem kreisenden östlichen Weltmeer verwechselt. Tauschhandel durch die Kette scythisch-scolotischer Stämme mit den Argippäern, Issedonen und goldreichen Arimaspen. Meteorologischer Mythus der Hyperboreer. — Gegen Westen Oeffnung der gaditanischen Pforte, die lange den Hellenen verschlossen war. Schifffahrt des Coläus von Samos. Blick in das Unbegrenzte; unausgesetztes Streben nach dem Jenseitigen; genaue Kenntniß eines großen Naturphänomens, des periodischen Anschwellens des Meeres. S. 262–268.

II. Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Großen und langer Einfluß des bactrischen Reichs. — In keiner anderen Zeitepoche (die, achtzehn und ein halbes Jahrhundert später erfolgte Begebenheit der Entdeckung und Aufschließung des tropischen Amerika's ausgenommen) ist auf einmal einem Theile des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein größeres Material zur Begründung des kosmischen Wissens und des vergleichenden ethnologischen Studiums dargeboten worden. — Die Benutzung dieses Materials, die geistige Verarbeitung des Stoffes wird erleichtert und in ihrem Werthe erhöht durch die vorbereitende Richtung, welche der Stagirite dem empirischen Forschen der philosophischen Speculation und einer alles scharf umgrenzenden wissenschaftlichen Sprache gegeben hatte. — Die macedonische Expedition war im eigensten Sinne des Worts eine wissenschaftliche Expedition. Callisthenes von Olynth, Schüler des Aristoteles und Freund des Theophrast. — Mit der Kenntniß der Erde und ihrer Erzeugnisse wurde durch die Bekanntschaft mit Babylon und mit den Beobachtungen der schon aufgelösten chaldäischen Priestercaste auch die Kenntniß des Himmels ansehnlich vermehrt. S. 268–277.

III. Zunahme der Weltanschauung unter den Ptolemäern. — Das griechische Aegypten hatte den Vorzug politischer Einheit, und seine geographische Weltstellung, der Einbruch des arabischen Meerbusens brachte den gewinnreichen Verkehr auf dem indischen Ocean dem Verkehr an den südöstlichen Küsten des Mittelmeers um wenige Meilen nahe. — Das Seleuciden-Reich genoß nicht die Vortheile des Seehandels, war oft erschüttert durch die verschiedenartige Nationalität der Satrapien. Lebhafter Handel auf Strömen und Caravanenstraßen mit den Hochebenen der Serer nördlich von Uttara-Kuru und dem Oxus-Thale. — Kenntniß der Monsun-Winde. Wiedereröffnung des Canals zur Verbindung des rothen Meeres mit dem Nil oberhalb Bubastus. Geschichte dieser Wasserstraße. — Wissenschaftliche Institute unter dem Schutz der Lagiden; alexandrinisches Museum und zwei Büchersammlungen, im Bruchium und in Rhakotis. Eigenthümliche Richtung der Studien. Neben dem stoffanhäufenden Sammelfleiße offenbart sich eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten. — Eratosthenes von Cyrene. Erster hellenischer Versuch einer Grad-Messung zwischen Syene und Alexandrien auf unvollkommene Angaben der Bematisten gegründet. Gleichzeitige Fortschritte des Wissens in reiner Mathematik, Mechanik und Astronomie. Aristyllus und Timocharis. Ansichten des Weltgebäudes von dem Samier Aristarch und Seleucus dem Babylonier oder aus Erythrä. Hipparch der Schöpfer der wissenschaftlichen Astronomie und der größte selbstbeobachtende Astronom des ganzen Alterthums. Euclides, Apollonius von Perga und Archimedes. S. 277–283.

IV. Einfluß der römischen Weltherrschaft, eines großen Staatenverbandes auf die Erweiterung der kosmischen Ansichten. — Bei der Mannigfaltigkeit der Bodengestaltung und Verschiedenartigkeit der organischen Erzeugnisse, bei den fernen Expeditionen nach den Bernsteinküsten und unter Aelius Gallus nach

Arabien, bei dem Genusse eines langen Friedens hatte die Monarchie der Cäsaren in fast vier Jahrhunderten das Naturwissen lebhafter fördern können; aber mit dem römischen Nationalgeiste erlosch die volksthümliche Beweglichkeit der Einzelnen, es verschwanden Oeffentlichkeit und Bewahrung der Individualität, die zwei Hauptstützen freier, das Geistige belebender Verfassungen. — In dieser langen Periode erhoben sich als Beobachter der Natur nur Dioscorides der Cilicier und Galenus von Pergamus. Die ersten Schritte in einem wichtigen Theile der *mathematischen Physik*, in der selbst auf *Experimente* gegründeten Optik, that Claudius Ptolemäus. — Materielle Vortheile der Ausdehnung des *Landhandels* nach Inner-Asien und der Schifffahrt von Myos Hormos nach Indien. — Unter Vespasian und Domitian, zur Zeit der Dynastie der Han, dringt eine chinesische Kriegsmacht bis an die Ostküste des caspischen Meeres. Die Richtung der Völkerfluthen in Asien geht von Osten nach Westen, wie sie im Neuen Continent von Norden nach Süden geht. Die asiatische Völkerwanderung beginnt mit dem Anfall der Hiungnu, eines türkischen Stammes, auf die blonde, blauäugige, vielleicht indogermanische Race der Yueti und Usün nahe an der chinesischen Mauer, schon anderthalb Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung. — Unter Marcus Aurelius werden römische Gesandte über Tunkin an den chinesischen Hof geschickt. Kaiser Claudius empfing schon die Botschaft des Rachias aus Ceylon. — Die großen indischen Mathematiker Warahamihira, Brahmagupta, und vielleicht selbst Aryabhatta, sind neuer als diese Perioden; aber was früher auf ganz einsamen, abgesonderten Wegen in Indien entdeckt worden ist, *kann* auch vor Diophantus durch den unter den Lagiden und Cäsaren so ausgebreiteten Welthandel theilweise in den Occident eingedrungen sein. — Den Reflex dieses Welthandels offenbaren die geographischen Riesenwerke des Strabo und Ptolemäus. Die geographische Nomenclatur des Letzteren ist in neuerer Zeit durch gründliches Studium der indischen Sprachen und des west-iranischen Zend als ein geschichtliches Denkmal jener fernen Handels-Verbindungen erkannt worden. — Großartiges Unternehmen einer *Weltbeschreibung* durch Plinius; Charakteristik seiner Encyclopädie der Natur und Kunst. — Hat in der Geschichte der Weltanschauung der langdauernde Einfluß der Römerherrschaft sich als ein fortwirkend einigendes und verschmelzendes Element erwiesen, so hat doch erst die Verbreitung des *Christenthums*, als der neue Glaube aus politischen Motiven in Byzanz gewaltsam zur Staatsreligion erhoben wurde, dazu beigetragen, den Begriff der *Einheit des Menschengeschlechts* hervorzurufen und ihm mitten unter dem elenden Streite der Religionspartheien allmälig Geltung zu verschaffen. S. 283–294.

V. *Einbruch des arabischen Volksstammes*. Wirkung eines fremdartigen Elements auf den Entwickelungsgang europäischer Cultur. — Die Araber, ein bildsamer semitischer Urstamm, verscheuchen theilweise die Barbarei, welche das von Völkerstürmen erschütterte Europa seit zwei Jahrhunderten bedeckt hat; sie erhalten nicht bloß die alte Cultur, sie erweitern sie und eröffnen der Naturforschung neue Wege. — Naturgestalt der arabischen Halbinsel. Erzeugnisse von Hadhramaut, Yemen und Oman. Gebirgsketten von Dschebel Akhdar und Asyr. Gerrha alter Stapelplatz des Verkehrs mit indischen Waaren, den phönicischen Niederlassungen von Aradus und Tylus gegenüber. — Der nördliche Theil der Halbinsel ist vorzugsweise durch die Nähe von Aegypten, durch die Verbreitung arabischer Stämme in dem syrisch-palästinischen Grenzgebirge und den Euphratländern in belebendem Contact mit anderen Culturstaaten gewesen. — Heimische vorbereitende Cultur. Altes Eingreifen in die Welthändel: Ausfälle nach Westen und Osten; Hyksos und der Himyariten-Fürst Ariäus, Bundesgenosse des Ninus am Tigris. — Eigenthümlicher Charakter des arabischen Nomadenlebens neben Caravanenstraßen und volkreichen Städten. S. 295–299. — Einfluß der Nestorianer, der Syrer und der medicinisch-pharmaceutischen Schule von Edessa. — Hang zum Verkehr mit der Natur und ihren Kräften. Die Araber werden die eigentlichen Gründer der physischen und chemischen Wissenschaften. Arzneimittellehre. — Wissenschaftliche Institute in der glanzvollen Epoche von Al-Mansur, Harun Al-Raschid, Mamun und Motasem. Wissenschaftlicher Verkehr mit Indien. Benutzung des Tscharaka und Susruta wie der alten technischen Künste der Aegypter. Botanischer Garten bei Cordova unter dem poetischen Chalifen Abdurrahman. S. 299–306. — Astronomische Bestrebungen durch eigene Beobachtung und Vervollkommnung der Instrumente. Ebn-Junis Anwendung des Pendels als Zeitmessers. Arbeit des Alhazen über die Strahlenbrechung. Indische Planetentafeln. Störung der Länge des Mondes von Abul-Wefa erkannt. Astronomischer Congreß zu Toledo, zu welchem Alfons von Castilien Rabbiner und Araber berief. Sternwarte zu Meragha und späte Wirkung derselben auf den Timuriden Ulugh Beig zu Samarkand. Gradmessung in der Ebene zwischen Tadmor und Rakka. — Die Algebra der Araber aus zwei lange von einander unabhängig fließenden Strömen, einem indischen und einem griechischen, entstanden. Mohammed Ben-Musa, der Chowarezmier. Diophantus, erst gegen das Ende des 10ten Jahrhunderts von Abul-Wefa Buzjani ins Arabische übersetzt. Auf demselben Wege, welcher den Arabern die Kenntniß der indischen Algebra zuführte, erhielten diese in Persien und am Euphrat auch die *indischen Zahlzeichen* und den sinnreichen Kunstgriff der *Position*, d. h. den Gebrauch des *Stellenwerthes*. Sie verpflanzten diesen Gebrauch in die Zollämter im nördlichen Afrika, den Küsten von Sicilien gegenüber. Wahrscheinlichkeit, daß die Christen im Abendlande früher als die Araber mit den indischen Zahlen vertraut waren und daß sie unter dem Namen des *Systems des Abacus* den Gebrauch der neun Ziffern nach ihrem Stellenwerthe kannten. Die *Position* tritt schon im Suanpan von Inner-Asien wie im tuscischen Abacus hervor. — Ob eine dauernde Weltherrschaft der Araber bei ihrer fast ausschließlichen Vorliebe für die *wissenschaftlichen* (naturbeschreibenden, physischen und astronomischen) Resultate griechischer Forschung einer allgemeinen und freien Geistescultur und dem bildend schaffenden Kunstsinne hätte förderlich sein können? S. 306–311.

VI. *Zeit der großen oceanischen Entdeckungen*; Amerika und das stille Meer. — Begebenheiten und Erweiterung wissenschaftlicher Kenntnisse, welche die Entdeckungen im Raume vorbereitet haben. Eben weil die Bekanntschaft der Völker Europa's mit dem westlichen Theile des Erdballs der Hauptgegenstand dieses Abschnittes ist, muß die unbestreitbare erste Entdeckung von Amerika in seiner nördlichen und gemäßigten Zone durch die Normänner ganz von der Wiederauffindung desselben Continents in den tropischen Theilen geschieden werden. — Als noch das Chalifat von Bagdad unter den Abbassiden blühte, wurde Amerika von Leif, dem Sohne Erik's des Rothen, bis zu 41°½ nördl. Breite aufgefunden. Die Färöer und das durch Naddod zufällig entdeckte Island sind als Zwischenstationen, als Anfangspunkte zu den Unternehmungen nach dem amerikanischen Scandinavien zu betrachten. Auch die Ostküste von Grönland im Scoresby-Lande (Svalbord), die Ostküste der Baffinsbai bis 72° 55′ und der Eingang des Lancaster-Sunds und der Barrow-Straße wurden besucht. — Frühere? irische Entdeckungen. Das Weißmännerland zwischen Virginien und Florida. Ob vor Naddod und vor Ingolf's Colonisirung von Island diese Insel von Iren (Westmännern aus dem amerikanischen Groß-Irland) oder von den durch Normänner aus den Färöern verjagten irländischen Missionaren (Papar, die Clerici des Dicuil) zuerst bewohnt worden ist? — Der Nationalschatz der ältesten Ueberlieferungen des europäischen Nordens, durch Unruhen in der Heimath gefährdet, wurde nach Island übergetra-

gen, das viertehalb hundert Jahre einer freien bürgerlichen Verfassung genoß, und dort für die Nachwelt gerettet. Wir kennen die Handelsverbindung zwischen Grönland und Neu-Schottland (dem amerikanischen Markland) bis 1347; aber da Grönland schon 1261 seine republikanische Verfassung verloren hatte und ihm, als *Krongut* Norwegens, aller Verkehr mit Fremden und also auch mit Island verboten war, so nimmt es weniger Wunder, daß Columbus, als er im Februar 1477 Island besuchte, keine Kunde von dem westlich gelegenen Neuen Continent erhielt. Zwischen dem norwegischen Hafen Bergen und Grönland gab es aber Handelsverkehr noch bis 1484. S. 311–317. — Weltgeschichtlich ganz verschieden von dem isolirten, folgenlosen Ereigniß der ersten normännischen Entdeckung des Neuen Continents ist seine Wiederauffindung in dem tropischen Theile durch Christoph Columbus gewesen, wenn gleich dieser Seefahrer, nur einen kürzeren Weg nach Ost-Asien suchend, weder je die Absicht hatte, einen neuen Welttheil aufzufinden, noch, wie ebenfalls Amerigo Vespucci, bis zu seinem Tode glaubte, andere als ost-asiatische Küsten berührt zu haben. — Der Einfluß, den die nautischen Entdeckungen am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die Bereicherung der Ideenwelt ausgeübt haben, wird erst verständlich, wenn man einen Blick auf diejenigen Jahrhunderte wirft, welche Columbus von der Blüthe wissenschaftlicher Cultur unter den Arabern trennen. — Was der Aera des Columbus ihren eigenthümlichen Charakter gab, den eines ununterbrochenen und gelingenden Strebens nach erweiterter Erdkenntniß, war: das Auftreten einer kleinen Zahl kühner Männer (Albertus Magnus, Roger Bacon, Duns Scotus, Wilhelm von Occam), die zum freien Selbstdenken und zum Erforschen einzelner Naturerscheinungen anregten; die erneuerte Bekanntschaft mit den Werken der griechischen Literatur; die Erfindung der Buchdruckerkunst; die Mönchsgesandtschaften an die Mongolenfürsten und die mercantilischen Reisen nach Ost-Asien und Süd-Indien (Marco Polo, Mandeville, Nicolo de' Conti); die Vervollkommnung der Schifffahrtskunde; der Gebrauch des Seecompasses oder die Kenntniß von der *Nord- und Südweisung* des Magnets, welche man durch die Araber den Chinesen verdankt. S. 317–328. Frühe Schifffahrten der Catalanen nach der Westküste des tropischen Afrika, Entdeckung der Azoren, Weltkarte des Picigano von 1367. Verhältniß des Columbus zu Toscanelli und Martin Alonso Pinzon. Spät erkannte Karte von Juan de la Cosa. — Südsee und ihre Inseln. S. 329–338. Entdeckung der *magnetischen Curve ohne Abweichung* im atlantischen Ocean. Bemerkte Inflexion der Isothermen hundert Seemeilen in Westen der Azoren. Eine *physische* Abgrenzungslinie wird in eine *politische* verwandelt; Demarcationslinie des Pabstes Alexander VI. vom 4. Mai 1493. — Kenntniß der Wärme-Vertheilung; die Grenze des ewigen Schnees wird als Function der geographischen Breite erkannt. Bewegung der Gewässer im atlantischen Meeresthale. Große Tangwiesen. S. 338–344. — Erweiterte Ansicht der Welträume; Bekanntschaft mit den Gestirnen des südlichen Himmels; mehr beschauliche als wissenschaftliche Kenntniß! — Vervollkommnung der Methode, den Ort des Schiffes zu bestimmen; das politische Bedürfniß, die Lage der päbstlichen Demarcations-Linie festzusetzen, vermehrt den Drang nach praktischen Längenmethoden. — Die Entdeckung und erste Colonisation von Amerika, die Schifffahrt nach Ostindien um das Vorgebirge der guten Hoffnung treffen zusammen mit der höchsten Blüthe der Kunst, mit dem Erringen eines Theils der geistigen Freiheit durch die religiöse Reform, als Vorspiel großer politischer Umwälzungen. Die Kühnheit des genuesischen Seefahrers ist das erste Glied in der unermeßlichen Kette verhängnißvoller Begebenheiten. Zufall, nicht Betrug und Ränke von Amerigo Vespucci, haben dem Festland von Amerika den Namen des Columbus entzogen. — Einfluß des Neuen Welttheils auf die politischen Institutionen, auf die Ideen und Neigungen der Völker im alten Continent. S. 344–352.

VII. *Zeit der großen Entdeckungen in den Himmelsräumen* durch Anwendung des Fernrohrs; Vorbereitung dieser Entdeckungen durch richtigere Ansicht des Weltbaues. — Nicolaus Copernicus beobachtete schon mit dem Astronomen Brudzewski zu Krakau, als Columbus Amerika entdeckte. Ideelle Verkettung des 16ten und 17ten Jahrhunderts durch Peurbach und Regiomontanus. Copernicus hat sein Weltsystem nie als Hypothese, sondern als unumstößliche Wahrheit aufgestellt. S. 352–360. — Kepler und die empirischen von ihm entdeckten Gesetze der Planetenbahnen. S. 360 und 361, 366 und 367. Erfindung des Fernrohrs; Hans Lippershey, Jacob Adriaansz (Metius), Zacharias Jansen. Erste Früchte des telescopischen Sehens; Gebirgslandschaften des Mondes; Sternschwärme und Milchstraße, die vier Trabanten des Jupiter; Dreigestaltung des Saturn; sichelförmige Gestalt der Venus; Sonnenflecken und Rotationsdauer der Sonne. — Für die Schicksale der Astronomie und die Schicksale ihrer Begründung bezeichnet die Entdeckung der kleinen Jupiterswelt eine denkwürdige Epoche. Die Jupiters-Monde veranlassen die Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts, und die Erkenntniß dieser Geschwindigkeit führt zu Erklärung der Aberrations-Ellipse der Fixsterne, d. i. zu dem sinnlichen Beweise von der translatorischen Bewegung der Erde. — Den Entdeckungen von Galilei, Simon Marius und Johann Fabricius folgte das Auffinden der Saturnstrabanten durch Huygens und Cassini, des Thierkreislichtes als eines kreisenden abgesonderten Nebelringes durch Childrey, des veränderlichen Lichtwechsels von Fixsternen durch David Fabricius, Johann Bayer und Holwarda. Sternloser Nebelfleck der Andromeda von Simon Marius beschrieben. S. 361–369. — Wenn auch das siebzehnte Jahrhundert in seinem *Anfang* der plötzlichen Erweiterung der Kenntnisse der Himmelsräume durch Galilei und Kepler, an seinem Ende den Fortschritten des reinen mathematischen Wissens durch Newton und Leibnitz seinen Hauptglanz verdankt, so hat doch auch in dieser großen Zeit der wichtigste Theil der physikalischen Probleme in den Processen des Lichts, der Wärme und des Magnetismus eine befruchtende Pflege erfahren. Doppelte Strahlenbrechung und Polarisation; Spuren von der Kenntniß der Interferenz bei Grimaldi und Hooke. William Gilbert trennt den Magnetismus von der Electricität. Kenntniß von dem periodischen Fortschreiten der Linien ohne Abweichung. Halley's frühe Vermuthung, daß das Polarlicht (das Leuchten der Erde) eine magnetische Erscheinung sei. Galilei's Thermoscope und Benutzung derselben zu einer Reihe regelmäßiger täglicher Beobachtungen auf Stationen verschiedener Höhe. Untersuchungen über die strahlende Wärme. Torricelli's Röhre und Höhenmessungen durch den Stand des Quecksilbers in derselben. Kenntniß der Luftströme und des Einflusses der Rotation der Erde auf dieselben. Drehungsgesetz der Winde von Bacon geahndet. Glücklicher, aber kurzer Einfluß der Academia del Cimento auf die Gründung der mathematischen Naturphilosophie auf dem Wege des Experiments. — Versuche, die Luftfeuchtigkeit zu messen; Condensations-Hygrometer. — Electrischer Proceß, tellurische Electricität; Otto von Guerike sieht das erste Licht in selbsthervorgerufener Electricität. — Anfänge der pneumatischen Chemie; beobachtete Gewichtszunahme bei Oxydation der Metalle; Cardanus und Jean Rey, Hooke und Mayow. Ideen über einen Grundstoff des Luftkreises (Spiritus nitro-aëreus), welcher an die sich verkalkenden Metalle tritt, für alle Verbrennungs-Processe und das Athmen der Thiere nothwendig ist. — Einfluß des physikalischen und chemischen Wissens auf die Ausbildung der Geognosie (Nicolaus Steno, Scilla, Lister); Hebung des Meeresbodens und der Küstenländer. In der größten aller geognostischen Erscheinungen, in der mathematischen Gestalt der Erde, spiegeln sich erkennbar

Drittes Buch.

Nähere Zergliederung der einzelnen Abtheilungen des astronomischen Theils des Kosmos.

a. Astrognosie:

Die Temperaturangaben in diesem Werke sind, wo nicht das Gegentheil bestimmt ausgedrückt ist, in Graden des hunderttheiligen Thermometers; die Meilen sind geographische, 15 auf den Aequatorialgrad. Das Fuß- und Zollmaaß ist das altfranzösische, in dem die Toise 6 Pariser Fuß zählt. Die geographischen Längen sind immer von dem Meridian der Pariser Sternwarte an gerechnet.

Paris, im März 1845.

Viertes Buch.

Specielle Ergebnisse der Beobachtung
in dem Gebiete tellurischer Erscheinungen.

Einleitung.

In einem vielumfassenden Werke, in dem Leichtigkeit des Verständnisses und Klarheit des Totaleindrucks erstrebt werden, sind Composition und Gliederung in der Anordnung des Ganzen fast noch wichtiger als die Reichhaltigkeit des Inhalts. Dieses Bedürfniß wird um so fühlbarer, als in dem Buche von der Natur (im Kosmos) die Verallgemeinerung der Ansichten, sowohl in der Objectivität der äußeren Erscheinung als in dem Reflex der Natur auf das Innere des Menschen (auf seine Einbildungskraft und seine Gefühle), von der Herzählung der einzelnen Resultate sorgsam getrennt werden muß. Jene Verallgemeinerung, in welcher die Weltanschauung als ein Naturganzes auftritt; zugleich aber auch nachgewiesen wird, wie unter den verschiedensten Zonen, in dem Lauf der Jahrhunderte, allmälig die Menschheit das Zusammenwirken der Kräfte zu erkennen gesucht hat: ist in den ersten zwei Büchern des Kosmos enthalten. Wenn eine bedeutsame Anreihung von Erscheinungen auch an sich dazu geeignet ist den ursachlichen Zusammenhang erkennen zu lassen; so kann doch das allgemeine Naturgemälde nur dann einen lebensfrischen Eindruck hervorbringen, wenn es, in enge Grenzen eingeschlossen, nicht durch allzu große Anhäufung zusammengedrängter Thatsachen an Uebersichtlichkeit verliert.

Wie man in Sammlungen graphischer Darstellungen der Erdoberfläche, oder der inneren Construction der Erdrinde, generelle Uebersichtskarten den speciellen vorhergehen läßt; so hat es mir in der physischen Weltbeschreibung am geeignetsten und dem Verständniß des Vortrags am entsprechendsten geschienen, auf die Betrachtung des Weltganzen aus allgemeinen und höheren Gesichtspunkten, in den zwei letzten Büchern meiner Schrift solche specielle Ergebnisse der Beobachtung abgesondert folgen zu lassen, welche den gegenwärtigen Zustand unseres Wissens vorzugsweise begründen. Es sind daher diese beiden Bücher, nach meiner schon früher gemachten Erinnerung (3. Buch S. 385 — 388), nur als eine Erweiterung und sorgfältigere Ausführung des allgemeinen Naturgemäldes (1. Buch S. 36 — 191) zu betrachten; und wie von beiden Sphären des Kosmos die uranologische oder siderische ausschließlich in dem dritten Buche behandelt worden ist, so bleibt die tellurische Sphäre dem jetzt erscheinenden letzten Buche bestimmm. Auf diese Weise ist die uralte, einfache und natürliche Scheidung des Geschaffenen in Himmel und Erde, wie sie bei allen Völkern, in den frühesten Denkmälern des Bewußtseins der Menschheit auftritt, beibehalten worden.

Wenn schon im Weltall der Uebergang von dem Fixsternhimmel, an welchem zahllose Sonnen, sei es isolirt oder um einander kreisend, sei es als ferne Nebel, leuchten, zu unserem Planetensystem ein Herabsteigen von dem Großen und Universellen zu dem relativ Kleinen und Besonderen ist; so wird der Schauplatz der Betrachtung noch um vieles verengt, wenn man von der Gesammtheit des gestaltenreichen Sonnengebietes zu einem einigen um die Sonne kreisenden Planeten, zu dem Erdsphäroid, übergeht. Die Entfernung des nächsten Fixsternes, α Centauri, ist noch 263mal größer als der Durchmesser unseres Sonnengebietes, bis zum Aphel des Cometen von 1680 gerechnet; und doch liegt dieses Aphel schon 853mal weiter als unsere Erde von der Sonne (Kosmos 3. B. S. 599). Diese Zahlen (die Parallaxe von α Cent. zu 0",9187 gerechnet) bestimmen annäherungsweise zugleich die Distanz einer uns nahen Region des Fixsternhimmels von der vermutheten äußersten Region des Sonnengebietes, wie die Entfernung dieser Grenze von dem Ort der Erde.

Die Uranologie, welche sich mit dem beschäftigt, was den fernen Weltraum erfüllt, bewahrt ihren alten Ruhm, den anregendsten Eindruck des Erhabenen auf die Einbildungskraft hervorzubringen, durch die Unerfaßbarkeit der Raum- und Zahlenverhältnisse, die sie darbietet; durch die erkannte Ordnung und Gesetzmäßigkeit in der Bewegung der Weltkörper; durch die Bewunderung, welche den errungenen Resultaten der Beobachtung und einer geistigen Forschung gezollt wird. Dieses Gefühl der Regelmäßigkeit und Periodicität hat sich so früh dem Menschen aufgedrängt, daß es sich oft in den Sprachformen reflectirt, welche auf den geordneten Lauf der Gestirne hindeuten. Dazu sind die erkannten Gesetze, die in der himmlischen Sphäre walten, vielleicht am bewundernswürdigsten durch ihre Einfachheit, da sie sich allein auf das Maaß und die Vertheilung der angehäuften ponderablen Materie und deren Anziehungskräfte gründen. Der Eindruck des Erhabenen, wenn er aus dem Unermeßlichen und sinnlich Großen entspringt, geht, uns selbst fast unbewußt, durch das geheimnißvolle Band, welches das Uebersinnliche mit dem Sinnlichen verknüpft, in eine andere, höhere Sphäre der Ideen über. Es wohnt dem Bilde des Unermeßlichen, des Grenzenlosen, des Unendlichen eine Kraft bei, die zu ernster, feierlicher Stimmung anregt und, wie in dem Eindruck alles geistig Großen und moralisch Erhabenen, nicht ohne Rührung ist.

Die Wirkung, welche der Anblick außerordentlicher Himmelserscheinungen so allgemein und gleichzeitig auf ganze Volksmassen ausübt, bezeugt den Einfluß einer solchen Association der Gefühle. Was in erregbaren Gemüthern schon der bloße Anblick der gestirnten Himmelsdecke hervorbringen kann, wird durch tieferes Wissen und durch Anwendung von Werkzeugen vermehrt, die der Mensch erfunden, um seine Sehkraft und mit ihr den Horizont seiner Beobachtung zu vergrößern. Dabei gesellt sich zu dem uranologischen Eindruck des Unerfaßlichen im Weltall, durch die Gedankenverbindung mit dem Gesetzlichen und der geregelten Ordnung, auch der Eindruck des Friedlichen. Er benimmt der unergründlichen Tiefe des Raumes wie der Zeit, was bei aufgeregter Einbildungskraft ihnen Schauerliches zugeschrieben wird. Unter allen Himmelsstrichen preist der Mensch, bei der einfach natürlichen Empfänglichkeit seines Gemüthes, „die stille Ruhe einer sternklaren Sommernacht."

Wenn nun Raum- und Massengröße dem siderischen Theile der Weltbeschreibung vorzugsweise angehören, und das Auge in ihm das einzige Organ der Weltanschauung ist: so hat dagegen der tellurische Theil den überwiegenden Vorzug, eine größere, wissenschaftlich unterscheidbare Mannigfaltigkeit in den vielfachen elementarischen Stoffen darzubieten. Mittelst aller unserer Sinne stehen wir mit der irdischen Natur in Contact; und so wie die Astronomie, als Kenntniß der bewegten leuchtenden Weltkörper einer mathematischen Bearbeitung am zugänglichsten, Veranlassung geworden ist den Glanz der höheren Analysis und den Umfang des weiten Gebiets der Optik erstaunenswürdig zu vermehren: so ist die irdische Sphäre allein durch ihre Stoff-Verschiedenheit

und das complicirte Spiel der Kraftäußerung dieser Stoffe die Gründerin der Chemie, und solcher physikalischen Disciplinen geworden, welche Erscheinungen behandeln, die bisher noch von den wärme- und lichterzeugenden Schwingungen getrennt werden. Jede Sphäre hat demnach durch die Natur der Probleme, welche sie der Forschung darbietet, einen verschiedenen Einfluß auf die Geistesarbeit und die Bereicherung des Wissens der Menschheit ausgeübt.

Alle Weltkörper, außer unserem Planeten und den Aërolithen, welche von diesem angezogen werden, sind für unsere Erkenntniß nur homogene gravitirende Materie, ohne specifische, sogenannte elementare Verschiedenheit der Stoffe. Eine solche Einfachheit der Vorstellung ist aber keinesweges in der inneren Natur und Constitution jener fernen Weltkörper selbst, sie ist allein in der Einfachheit der Bedingungen gegründet, deren Annahme hinreicht die Bewegungen im Weltraume zu erklären und vorherzubestimmen. Sie entsteht, wie wir schon mehrfach zu erinnern Gelegenheit gehabt haben (Kosmos 1. B. S. 27—30 und 67; 3. B. S. 385, 392, 393—97, 609 und 621), durch die Ausschließung von allem Wahrnehmbaren einer Stoff-Verschiedenheit; sie bietet dar die Lösung des großen Problems einer Himmels-Mechanik, welche alles Veränderliche in der uranologischen Sphäre der alleinigen Herrschaft der Bewegungslehre unterwirft.

Periodische Wechsel von Lichterscheinungen auf der Oberfläche des Mars deuten freilich nach Verschiedenheit der dortigen Jahreszeiten auf meteorologische Processe und, durch Kälte erregte Polar-Niederschläge in der Atmosphäre jenes Planeten (Kosmos 3. Buch S. 582). Durch Analogien und Ideenverbindungen geleitet, mögen wir hier auf Eis oder Schnee (Sauer- und Wasserstoff), wie in den Eruptiv-Massen des Mondes oder seinen flachen Ringebenen auf Verschiedenheit der Gebirgsarten im Monde, schließen; aber unmittelbare Beobachtung kann uns nicht darüber belehren. Auch erlaubte sich Newton nur Vermuthungen über die elementare Constitution der Planeten, die zu demselben Sonnengebiete gehören: wie wir in einem wichtigen, zu Kensington mit Conduit gepflogenen Gespräche vernehmen (Kosmos 1. B. S. 65). Das einförmige Bild stoffgleicher, gravitirender Materie, zu Himmelskörpern geballt, beschäftigt auf mannigfaltige Weise die ahndende Phantasie des Menschen; ja die Mythe leiht der lautlosen Einöde des Weltraums selbst den Zauber der Töne (Kosmos 3. B. S. 553—555).

In dem unendlichen Reichthum chemisch verschiedener Stoffe und dem Spiel ihrer Kraftäußerungen; in der gestaltenden, formbildenden Thätigkeit der ganzen organischen Natur und vieler anorganischen Substanzen; in dem Stoffwechsel, der den ewig wandelnden Schein des Werdens und der Vernichtung darbietet: strebt der ordnende Geist, bei Durchforschung des irdischen Reichs, oft mißmüthig nach einfachen Bewegungs-Gesetzen. Schon in der Physik des Aristoteles heißt es: die Grundprincipien aller Natur sind das Veränderliche und die Bewegung; wer diese nicht anerkannt hat, erkennt auch die Natur nicht" (Phys. Auscult. III. 1 p. 200 Bekker); und, auf Stoff-Verschiedenheit, „Unterschied in der Wesenheit", hindeutend, nennt er Bewegung in Bezug auf die Kategorie des Qualitativen: Umwandlung, ἀλλοίωσις: sehr verschieden von der bloßen Mischung, μίξις, und einer Durchdringung, welche das Wiedertrennen nicht ausschließt (de gener. et corrupt. I, 1 p. 327).

Das ungleiche Steigen der Flüssigkeiten in Haarröhren; die in allen organischen Zellen so thätige Endosmose, welche wahrscheinlich eine Folge der Capillarität ist; die Verdichtung von Gas-Arten in den porösen Körpern (des Sauerstoff-Gases im Platinmohr, mit einem Drucke, der einer Kraft von mehr als 700 Atmosphären gleich ist; der Kohlensäure in Buchsbaum-Kohle, von der mehr als ⅓ an den Wänden der Zellen in tropfbar-flüssigem Zustand verdichtet wird); die chemische Wirkung der Contact-Substanzen, welche durch ihre Gegenwart (catalytisch) Verbindungen veranlassen oder zerstören, ohne

1 p. 588, a 4 Bekker). Die Geschichte der Organismen (das Wort Geschichte in seinem ursprünglichen Sinne genommen, also in Beziehung auf frühere Zeitepochen, auf die der alten Floren und Faunen) ist so innig mit der Geologie, mit der Reihenfolge über einander gelagerter Erdschichten, mit der Chronometrik der Länder- und Gebirgs-Erhebung verwandt, daß es mir wegen Verkettung großer und weitverbreiteter Phänomene geeigneter schien die, an sich sehr natürliche Sonderung des organischen und anorganischen Erdenlebens in einem Werke über den Kosmos nicht als ein Hauptelement der Classification aufzustellen. Es handelt sich hier nicht um einen morphologischen Gesichtspunkt, sondern vorzugsweise um eine nach Totalität strebende Ansicht der Natur und ihrer wirkenden Kräfte.

I.

Größe, Gestaltung und Dichtigkeit der Erde. — Innere Wärme und Vertheilung derselben. — Magnetische Thätigkeit, sich offenbarend in Veränderungen der Inclination, Declination und Itensität der Kraft unter dem Einfluß des lufterwärmenden und luftverdünnenden Sonnenstandes. Magnetische Gewitter; Polarlicht.

Was alle Sprachen, wenn gleich etymologisch unter verschiedenartig symbolisirenden Formen, mit dem Ausdruck Natur und, da zuerst der Mensch alles auf seinen heimathlichen Wohnsitz bezieht, mit dem Ausdruck irdische Natur bezeichnen, ist das Resultat von dem stillen Zusammenwirken eines Systems treibender Kräfte, deren Dasein wir nur durch das erkennen, was sie bewegen, mischen und entmischen: ja theilweise zu organischen, sich gleichartig wiedererzeugenden, Geweben (lebendigen Organismen) ausbilden. Naturgefühl ist für ein empfängliches Gemüth der dunkle, anregende, erhebende Eindruck dieses Waltens der Kräfte. Zuerst fesseln unsere Neugier die räumlichen Größen-Verhältnisse unseres Planeten, eines Häufchens geballter Materie im unermeßlichen Weltall. Ein System zusammenwirkender, einigender oder (polarisch) trennender Thätigkeiten setzt die Abhängigkeit jedes Theils des Naturganzen von dem anderen, in den elementaren Processen (der anorganischen Formbildung) wie in dem Hervorrufen und der Unterhaltung des Lebens, voraus. Die Größe und Gestalt des Erdkörpers, seine Masse (Quantität materieller Theile), welche, mit dem Volum verglichen, die Dichtigkeit und durch diese, unter gewissen Bedingungen, die Constitution des Inneren wie das Maaß der Anziehung bestimmt; stehen unter sich in mehr erkennbarer und mehr mathematisch zu behandelnder Abhängigkeit, als es diejenige ist, welche wir bisher in den eben genannten Lebensprocessen, in den Wärme-Strömungen, den tellurischen Zuständen des Electro-Magnetismus oder den chemischen Stoffwechseln wahrnehmen. Beziehungen, die man in complicirten Erscheinungen noch nicht quantitativ zu messen vermag, können deshalb doch vorhanden sein und durch Inductionsgründe wahrscheinlich gemacht werden.

Wenn auch die beiden Arten der Anziehung: die, welche in bemerkbaren Entfernungen wirkt (wie Schwerkraft, Gravitation der Weltkörper gegen einander); und die, welche in unmeßbaren kleinsten Entfernungen statt findet; (Molecular- oder Contact-Attraction); in dem gegenwärtigen Zustande unseres Wissens nicht auf ein und dasselbe Gesetz zu reduciren sind: so ist es darum doch nicht minder glaublich, daß Capillar-Anziehung und die, für das Aufsteigen der Säfte und für Thier- und Pflanzen-Physiologie so wichtige Endosmose von dem Maaße der Schwere und ihrer localen Vertheilung eben so afficirt werden als die electro-magnetischen Processe und der chemische Stoffwechsel. Man darf annehmen, um an extreme Zustände zu erinnern, daß auf unserem Planeten, wenn derselbe nur die Masse des Mondes und also eine fast 6mal geringere Intensität der

Schwere hätte, die meteorologischen Processe, das Klima, die hypsometrischen Verhältnisse der gehobenen Gebirgsketten, die Physiognomie (facies) der Vegetation ganz verschieden sein würden. Die absolute Größe unseres Erdkörpers, mit der wir uns hier beschäftigen werden, erhält ihre Wichtigkeit für den gesammten Haushalt der Natur bloß durch das Verhältniß, in dem sie zur Masse und zur Rotation steht; denn auch im Weltall würden, wenn die Dimensionen der Planeten, ihre Stoffmengen, Geschwindigkeiten und Distanzen von einander in einer und derselben Proportion zu- oder abnähmen, in diesem idealen Makro- oder Mikrokosmos alle von den Gravitations-Verhältnissen abhängige Erscheinungen unverändert*) bleiben.

a. Größe, Figur (Abplattung) und Dichtigkeit der Erde.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 82—87.)

Der Erdkörper ist gemessen und gewogen worden: zur Ermittelung seiner Gestalt, seiner Dichtigkeit und Masse. Die Genauigkeit, nach welcher man unausgesetzt in diesen terrestrischen Bestimmungen gestrebt, hat nicht weniger als die Auflösung der Probleme der Astronomie gleichzeitig zu der Vervollkommnung der Meßinstrumente und der analytischen Methoden beigetragen. Ein entscheidender Theil der Gradmessung ist übrigens selbst astronomisch; Sternhöhen bedingen die Krümmung des Bogens, dessen Länge durch Auflösung eines trigonometrischen Netzes gefunden ist. Der höheren Mathematik ist es geglückt Wege zu eröffnen, um aus gegebenen numerischen Elementen die schwierigen Aufgaben der Gestalt der Erde, der Figur des Gleichgewichts einer flüssigen homogenen oder dichten, schalenähnlich ungleichartigen Masse zu lösen, welche sich um eine feste Axe gleichförmig dreht. Seit Newton und Huygens sind die berühmtesten Geometer des achtzehnten Jahrhunderts mit dieser Lösung beschäftigt gewesen. Es ist ersprießlich, stets daran zu erinnern, daß alles, was Großes durch Intensität geistiger Kraft und durch mathematische Ideencombination erlangt wird, seinen Werth nicht blos von dem hat, was aufgefunden und der Wissenschaft angeeignet worden ist; sondern vorzugsweise von dem, was dieses Auffinden zur Ausbildung und Verstärkung des analytischen Werkzeugs beigetragen hat.

„Die geometrische Figur der Erde, der physischen entgegengesetzt †), bestimmt diejenige Oberfläche, welche die Oberfläche des Wassers in einem mit dem Ocean zusammenhangenden, die Erde überall bedeckenden und durchkreuzenden Netze von Canälen annehmen würde. Die geometrische Oberfläche durchschneidet die Richtungen der Kräfte senkrecht, welche aus allen von den einzelnen Theilchen der Erde ausgehenden Anziehungen, verbunden mit der, ihrer Umdrehungs-Geschwindigkeit entsprechenden Centrifugalkraft, zusammengesetzt sind ‡). Sie kann im ganzen nur als eine dem elliptischen Rotations-Sphäroid sehr nahe zugehörige betrachtet werden; denn

*) „La loi de l'attraction réciproque au carré de la distance est celle des émanations qui partent d'un centre. Elle paraît être la loi de toutes les forces d'ont l'action se fait apercevoir *à des distances* sensibles. comme on l'a reconnu dans les forces électriques et magnétiques. Une des propriétés remarquables de cette loi est que, si les dimensions de tous les corps de l'univers, leurs distances mutuelles et leurs vitesses venaient à croître ou à diminuer proportionnellement, ils décriraient des courbes entièrement semblales à celles qu'ils décrivent: en sorte que l'univers, réduit ainsi successivement jusqu'au plus petit espace imaginable, offrirait toujours les mêmes apparences aux observateurs. Ces apparences sont par conséquent indépendantes des dimensions de l'univers, comme, en vertu de la loi de la proportionalité de la force à la vitesse, elles sont indépendantes du mouvement absolu qu'il peut y avoir dans l'espace" Laplace, Exposition du Syst. du Monde (5. ed.) p. 385.

†) Gauß, Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona 1823 S. 73. (Beide Sternwarten liegen durch ein merkwürdiges Spiel des Zufalls auf weniger als eine Hausbreite in einerlei Meridian.)

‡) Bessel über den Einfluß der Unregelmäßigkeiten der Figur der Erde auf geodätische Arbeiten und ihre Vergleichung mit astronomischen Bestimmungen, in Schumacher's Astron. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 270; auch Bessel und Baeyer, Gradmessung in Ostpreußen 1838 S. 427—442.

Unregelmäßigkeiten der Massenvertheilung im Inneren der Erde erzeugen bei local veränderter Dichtigkeit ebenfalls Unregelmäßigkeit in der geometrischen Oberfläche, welche das Product der Gesammtwirkung ungleich vertheilter Elemente ist. Die physische Oberfläche ist unmittelbar durch die wirklich vorhandene des Festen und Flüssigen auf der äußeren Erdrinde gegeben." Wenn es schon aus geologischen Gründen nicht unwahrscheinlich ist, daß zufällige Veränderungen, welche in den geschmolzenen, trotz des Druckes, den sie erleiden, leicht bewegten Theilen des Inneren durch Ortswechsel in den Massen vorgehen, selbst die geometrische Oberfläche in Krümmung der Meridiane und Parallele in kleinen Räumen nach sehr langen Zeitabschnitten modificiren; so ist die physische Oberfläche in ihrer oceanischen Region durch Ebbe und Fluth (locale Depression und Anschwellung des Flüssigen) sogar periodisch einem Ortswechsel der Massen ausgesetzt. Die Kleinheit des Gravitations-Effectes in den continentalen Regionen kann einen sehr allmäligen Wechsel der wirklichen Beobachtung entziehen; und nach Bessel's Berechnung muß, um die Polhöhe eines Ortes nur um 1" zu vergrößern, in dem Inneren der Erde eine Ortsveränderung von einer Masse vorausgesetzt werden, deren Gewicht, ihre Dichtigkeit der mittleren Dichtigkeit der Erde gleich gesetzt, das von 114 geographischen Cubikmeilen *) ist. So auffallend groß auch dieses Volum der ortsverändernden, bewegten Masse uns erscheint, wenn wir es mit dem Volum des Montblanc oder Chimborazo, oder Kintschindjinga vergleichen; so sinkt doch bald das Erstaunen über die Größe des Phänomens, wenn man sich erinnert, daß das Erdsphäroid über 2650 Millionen solcher Cubikmeilen umfaßt.

Das Problem der Figur der Erde, dessen Zusammenhang mit der geologischen Frage über früheren liquiden Zustand der planetarischen Rotations-Körper schon in der großen Zeit †) von Newton, Huygens und Hooke erkannt wurde, ist mit ungleichem Erfolg auf drei Wegen zu lösen versucht worden: durch geodätisch-astronomische Gradmessung, durch Pendel-Versuche, und durch Ungleichheiten in der Länge und Breite des Mondes. Die erste Methode zerfällt wieder in zwei Unterarten der Anwendung: Breitengrad-Messungen auf einem Meridian-Bogen, und Längengrad-Messungen auf verschiedenen Parallelkreisen.

Ohnerachtet bereits sieben Jahre verflossen sind, seitdem ich die Resultate von Bessel's großer Arbeit über die Dimensionen des Erdkörpers in das allgemeine Naturgemälde aufgenommen habe; so kann doch diese Arbeit bis jetzt noch nicht durch eine mehr umfassende, auf neuere Gradmessungen gegründete, ersetzt werden. Einen wichtigen Zuwachs und eine Vervollkommnung aber hat sie zu erwarten, wenn die bald vollendete russische Gradmessung, welche sich fast vom Nordcap bis zum schwarzen Meere erstreckt, wird veröffentlicht werden; und die indische, durch sorgfältige Vergleichung des dabei gebrauchten Maaßes, in ihren Ergebnissen mehr gesichert ist. Laut Bessel's, im Jahr 1841 bekannt gemachten Bestimmungen ist der mittlere Werth der Dimensionen unseres Planeten nach der genauen Untersuchung ‡) von zehn Gradmessungen folgender: die halbe

---

*) Bessel über den Einfluß der Veränderungen des Erdkörpers auf die Polhöhen, in Lindenau und Bohnenberger, Zeitschrift fur Astronomie Bd V. 1818, S. 29. „Das Gewicht der Erde in Pfunden ausgedrückt = 9933×10^{21}, und die ortsverändernde Masse 947×10^{14}.

†) Auf die theoretischen Arbeiten jener Zeit sind gefolgt die von Maclaurin, Clairaut und d'Alembert, von Legendre und Laplace. Der letzteren Epoche ist beizuzählen das (1834) von Jacobi aufgestellte Theorem: daß Ellipsoide mit drei ungleichen Axen eben so gut unter gewissen Bedingungen Figuren des Gleichgewichts sein können als die beiden früher angegebenen Umdrehungs-Ellipsoide (S. den Aufsatz des Erfinders, der seinen Freunden und Bewunderern so früh entrissen wurde, in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. XXXIII. 1834 S. 229—233.)

‡) Die erste genaue Vergleichung einer großen Zahl von Gradmessungen (der vom Hochlande von Quito; zweier ostindischer; der französischen, englischen und neuen lapländischen) wurde im 19ten Jahrhundert mit vielem Glücke von Walbeck in Abo 1819 unternommen. Er fand den mittleren Werth für die Abplattung $\frac{1}{302,781}$ für den Meridiangrad 57009',758. Leider! ist seine Arbeit (die Abhandlung De forma et magnitudine telluris) nicht vollständig erschienen. Durch eine ehrenvolle Aufforderung von Gauß angeregt, hat dieselbe Eduard Schmidt in seinem ausgezeichneten Lehrbuche

große Axe des elliptischen Rotations-Sphäroids, welchem sich die unregelmäßige Figur der Erde am meisten nähert, 3272077',14; die halbe kleine Axe 3261139',33; die Länge des Erd-Quadranten 5131179',81; die Länge eines mittleren Meridiangrades 57013',109; die Länge eines Parallelgrades bei 0° Breite, also eines Aequatorgrades, 57108',520; die Länge eines Parallelgrades bei 45° Breite 40449',371; Abplattung $\frac{1}{299,152}$; die Länge einer geographischen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators, 3807',23. Die folgende Tafel zeigt die Zunahme der Länge der Meridiangrade vom Aequator gegen die Pole hin, wie sie aus den Beobachtungen gefunden ist, also modificirt durch locale Störungen der Anziehung:

Länder.	Geogr. Breite der Mitte des gemessenen Bogens.	Länge des gemessenen Bogens.	Die aus den Beobachtungen folgende Länge eines Grades für die Breite der Mitte des gem. Bogens in Toisen.	Beobachter.
Schweden	66° 20' 10" 66 19 37	1° 37' 19",6 0 57 30,4	5719[illegible],8 57201,8	Svanberg, Maupertuis
Rußland	56 3 55,5	8 2 28,9	57137,0	Struve, Tenner
Preußen	54 58 26,0	1 30 29,0	57145,2	Bessel, Baeyer
Dänemark	54 8 13,7	1 31 53,3	57093,1	Schumacher
Hannover	52 32 16,6	2 0 57,4	57126,4	Gauß
England	52 35 45,0 52 2 19,4	3 57 13,1 2 50 23,5	57075,0 57071,8	Roy, Mudge, Kater
Frankreich	44 51 2,5	12 22 12,7	57012,5	Delambre, Mechain Biot, Arago
Nordamerika	39 12 0	1 28 45,0	56889,6	Mason, Dixon
Ostindien	16 8 21,5 12 32 20,8	15 57 40,7 1 34 56,4	56773,6 56759,0	Lambton, Everest Lambton
Quito (südl. Br.) . .	1 31 0,4	3 7 3,5	56864,6	La Condamine Bouguer
Vorgeb. der guten Hoffnung (südl. Br.) .	33 18 30 35 43 20	1 13 17,5 3 34 34,7	57035,6 56932,5	Lacaille Maclear

der mathematischen Geographie wiederholt und verbessert, indem er sowohl die höheren Potenzen der Abplattung als die in Zwischenpunkten beobachteten Polhöhen berücksichtigte, auch die hannöversche Gradmessung, wie die von Biot und Arago bis Formentera verlängerte hinzufügte. Die Resultate erschienen, allmälig vervollkommnet, in drei Formen: In Gauß, „Bestimmung der Breitenunterschiede von Göttingen und Altona," 1828, S. 82; in Eduard Schmidt's „Lehrbuch der mathematischen und physischen Geographie," 1829, Theil I. S. 183 und 194—199; und endlich in der Vorrede zu diesem Buche S. V. Das letzte Resultat ist: Meridiangrad 57008^{t},655; Abplattung $\frac{1}{297,479}$. Der ersten Arbeit Bessel's ging (1830) unmittelbar voraus die wichtige Schrift Airy's: Figure of the Earth, in der Encyclopaedia metropolitana, Ed. von 1849, S. 220 und 239. (Halbe Polar-Achse 20853810 feet = 3261162,7 Toisen, halbe Aequatorial-Achse 20923713 feet = 3272095,2 Toisen, Meridian-Quadrant 32811980 feet = 5131208,0 Toisen, Abplattung $\frac{1}{298,33}$.) Unser großer Königsberger Astronom hat sich ununterbrochen in den Jahren 1836 bis 1842 mit Berechnungen über die Figur der Erde beschäftigt; und da seine frühere Arbeit von ihm durch spätere verbessert wurde, so ist die Vermengung der Resultate von Untersuchungen aus verschiedenen Zeitepochen in vielen Schriften eine Quelle der Verwirrung geworden. Bei Zahlen, die ihrer Natur nach abhängig von einander sind, ist eine solche Vermengung, überdies noch verschlimmert durch fehlerhafte Reductionen der Maaße (Toisen, Meter, engl. Fuße, Meilen von 60 und 69 auf den Aequatorial-Grad), um so bedauernswürdiger, als dadurch Arbeiten, welche einen großen Aufwand von Anstrengung und Zeit gekostet haben, in dem unvortheilhaftesten Lichte erscheinen. Im Sommer 1837 gab Bessel zwei Abhandlungen heraus: die eine über den Einfluß der Unregelmäßigkeit der Erdgestalt auf geodätische Arbeiten und ihre Vergleichung mit den astronomischen Bestimmungen; die andre über die den vorhandenen Messungen von Meridian-Bogen am meisten entsprechenden Axen des elliptischen Rotations-Sphäroid (Schum. Astr. Nachr. Bd. XIV. No. 329 S. 269 und No. 333 S. 345). Resultate der Berechnung waren: halbe große Axe 3271953^{t},854; halbe kleine Axe 3261072^{t},900; Länge eines mittleren Meridian-Grades, d. h. des neunzigsten Theiles des Erd-Quadranten (in der auf dem Aequator senkrechten Richtung) 57011^{t},453. Ein von Puissant aufgefundener Fehler von 68 Toisen in der Berechnungsart, welche im Jahr 1808 von einer Commission des National-Instituts angewandt worden war, um die Entfernung der Parallelen von Montjouy bei Barcelona und Mola auf Formentera zu bestimmen, veranlaßte Bessel im Jahr 1841 seine frühere Arbeit über die Dimensionen des Erdkörpers einer neuen Revision zu unterwerfen (Schum. Astr. Nachr. Bd. XIX. No. 438 S. 97 bis 116). Es ergab dieselbe für die Länge des Erd-Quadranten 5131179^{t},81 (statt daß bei der ersten Bestimmung des Meters 5130740 Toisen angenommen worden waren), und für die mittlere Länge eines Meridiangrades 57013^{t},109 (um 0^{t},611 mehr als der Meridiangrad unter 45° Breite). Die im Text angeführten Zahlen sind die Resultate dieser letzten Bessel'schen Untersuchung. Die 5131180 Toisen Länge des Meridian-Quadranten (mit einem mittleren Fehler von 255^{t},63) sind = 10000856 Metern; der ganze Erdumkreis ist also gleich 40003423 Metern (oder 5390,98 geographischen Meilen). Der Unterschied von der ursprünglichen Annahme der Commission des poids et mesures, nach welcher das Meter der vierzig-millionenste

Die Bestimmung der Figur der Erde durch Messung von Längengraden auf verschiedenen Parallelkreisen erfordert eine große Genauigkeit in den Unterschieden der Ortslängen. Schon Cassini de Thury und Lacaille bedienten sich 1740 der Pulver-Signale, um einen Perpendikel auf dem Meridian von Paris zu messen. In neuerer Zeit sind bei der großen trigonometrischen Aufnahme von England mit weit bessern Hülfsmitteln und größerer Sicherheit Längen der Bogen auf Parallelkreisen und Unterschiede der Meridiane bestimmt worden zwischen Beachy Head und Dunnose, wie zwischen Dover und Falmouth *): freilich nur in Längen-Unterschieden von 1° 26′ und 6° 22′. Die glänzendste dieser Operationen ist aber wohl die zwischen den Meridianen von Marennes, an der Westküste von Frankreich, und Fiume gewesen. Sie erstreckt sich über die westlichste Alpenkette und die lombardischen Ebenen von Mailand und Padua, in einer directen Entfernung von 15° 32′ 27″; und wurde ausgeführt von Brousseaud und Largeteau, Plana und Carlini, fast ganz unter dem sogenannten mittleren Parallel von 45°. Die vielen Pendel-Versuche, welche in der Nähe der Gebirgsketten gemacht worden sind, haben hier den schon früher erkannten Einfluß von localen Anziehungen, die sich aus der Vergleichung der astronomischen Breiten mit den Resultaten der geodätischen Messungen ergeben †), auf eine merkwürdige Weise bestätigt.

Nach den zwei Unterarten der unmittelbaren Gradmessung: a) auf Meridian- und b) auf Parallelbogen, ist noch eine rein astronomische Bestimmung der Figur der Erde zu nennen. Es gründet sich dieselbe auf die Einwirkung, welche die Erde auf die Mondbewegung (auf die Ungleichheiten in der Länge und Breite des Mondes) ausübt. Laplace, der zuerst die Ursache dieser Ungleichheiten aufgefunden, hat auch deren Anwendung gelehrt; und scharfsinnig gezeigt, wie dieselbe den großen Vorzug gewährt, welchen vereinzelte Gradmessungen und Pendel-Versuche nicht darzubieten vermögen: den Vorzug, die mittlere Figur (die Gestalt, welche dem ganzen Planeten zugehört) in einem einzigen, einfachen Resultate zu offenbaren. Man erinnert hier gern wieder ‡) an den glücklichen Ausdruck des Erfinders der Methode: „daß ein Astronom, ohne seine Sternwarte zu verlassen, in der Bewegung eines Himmelskörpers die individuelle Gestalt der Erde, seines Wohnsitzes, lesen könne." Nach einer letzten Revision der beiden Ungleichheiten in der Länge und Breite unseres Satelliten, und durch die Benutzung von mehreren tausend Beobachtungen von Bürg, Bouvard und Burckhardt ||) fand Laplace vermittelst dieser seiner Lunar-Methode eine Abplattung, welche der der Breitengrad-Messungen ($\frac{1}{299}$) nahe genug kommt: nämlich $\frac{1}{306}$.

Theil des Erdumfanges sein sollte, beträgt also für den Erdumkreis 3423 oder 1756′,27: fast eine halbe geogr. Meile (genau $\frac{46}{100}$). Nach der frühesten Bestimmung war die Länge des Meters festgesetzt zu 0t,5130740; nach Bessel's letzter Bestimmung sollte dasselbe gleich 0t,5131180 sein. Der Unterschied für die Länge des Meters ist also 0,038 Pariser Linien. Das Meter hätte nach Bessel, statt zu 443,296 Pariser Linien, was seine dermalige legale Geltung ist, zu 443,334 festgesetzt werden sollen. (Vergleiche auch über dieses sogenannte Naturmaaß Faye, Leçons de Cosmographie, 1852, p. 93.)

*) Airy, Figure of the Earth in der Encycl. metrop., 1849 p. 214—216.

†) Biot, Astr. physique, T. II. p. 482 u. T. III. p. 482. Eine sehr genaue und um so wichtigere Parallelgrad-Messung, als sie zur Vergleichung des Niveaus des mittelländischen und atlantischen Meeres geführt hat, ist auf den Parallelkreisen der Pyrenäen-Kette von Coraboeuf, Delcros und Peytier ausgeführt worden.

‡) Kosmos 1. Buch S. 85. „Il est très remarquable qu'un Astronome, sans sortir de son observatoire, en comparant seulement ses observations à l'analyse, eût pu déterminer exactement la grandeur et l'aplatissement de la terre, et sa distance au soleil et à la lune, éléments dont la connaissance a été le fruit de longs et pénibles voyages dans les deux hémisphères. Ainsi la lune, par l'observation de ses mouvements, rend sensible à l'Astronomie perfectionnée *l'ellipticité* de la terre, dont elle fit connaître la *rondeur* aux premiers Astronomes par ses éclipses." (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 230.) Wir haben bereits oben (Kosmos 3. Buch S. 573) eines fast analogen optischen Vorschlags von Arago erwähnt, gegründet auf die Bemerkung, daß die Intensität des aschfarbenen Lichtes, d. h. des Erdenlichtes, im Monde uns über den mittleren Zustand der Diaphanität unserer ganzen Atmosphäre belehren könne. Vergl. auch Airy in der Encycl. metrop. p. 189 und 236 über Bestimmung der Erd-Abplattung durch die Bewegungen des Mondes, wie p. 231—235 über Rückschlüsse auf die Gestalt der Erde aus Präcision und Nutation. Nach Biot's Untersuchungen würde die letztere Bestimmung für die Abplattung nur Grenzzahlen geben können ($\frac{1}{304}$ und $\frac{1}{578}$), die sehr weit von einander entfernt liegen (Astron. physique 3e éd. T. II. 1844 p. 463).

||) Laplace, Mécanique céleste éd de 1846 T V. p. 16 und 53.

Ein drittes Mittel, die Gestalt der Erde (d. i. das Verhältniß der großen zur kleinen Axe, unter der Voraussetzung einer elliptisch sphäroidischen Gestalt) durch Ergründung des Gesetzes zu finden, nach welchem vom Aequator gegen die Rotations-Pole hin die Schwere zunimmt, bieten die Schwingungen der Pendel dar. Zur Zeitbestimmung hatten sich dieser Schwingungen zuerst die arabischen Astronomen und namentlich Ebn-Junis, am Ende des 10ten Jahrhunderts, in der Glanzperiode der Abassidischen Chalifen *), bedient; auch, nach sechshundertjähriger Vernachlässigung, Galilei und der Pater Riccioli zu Bologna †). Durch Verbindung mit Räderwerk zur Regulirung des Ganges der Uhren (angewandt zuerst in den unvollkommenen Versuchen von Sanctorius zu Padua 1612, dann in der vollendeten Arbeit von Huygens 1656) hat das Pendel in Richter's Vergleichung des Ganges derselben astronomischen Uhr zu Paris und Cayenne (1672) den ersten materiellen Beweis von der verschiedenen Intensität der Schwere unter verschiedenen Breiten gegeben. Picard war zwar mit der Ausrüstung zu dieser wichtigen Reise beschäftigt, aber er schreibt sich deshalb nicht das Verdienst des ersten Vorschlages zu. Richter verließ Paris im October 1671; und Picard, in der Beschreibung seiner Breitengrad-Messung, die ebenfalls im Jahre 1671 erschien, erwähnt bloß ‡) „einer Vermuthung, welche in einer der Sitzungen der Akademie von einem Mitgliede geäußert worden sei, und nach welcher wegen der Rotation der Erde die Gewichte eine geringere Schwere unter dem Aequator als unter dem Pole haben möchten." Er fügt zweifelnd hinzu: „daß allerdings nach einigen Beobachtungen, die in London, Lyon und Bologna angestellt seien, es scheine, als müsse das Secunden-Pendel verkürzt werden, je näher man dem Aequator komme; aber andererseits sei er auch nicht genug von der Genauigkeit der angegebenen Messungen überzeugt, weil im Haag die Pendellänge trotz der nördlicheren Lage ganz wie in Paris gefunden werde." Wann Newton zuerst die ihm so wichtige Kenntniß von den durch Richter 1672 erlangten, aber erst 1679 durch den Druck veröffentlichten Pendel-Resultaten, oder von Cassini's, schon vor 1666 gemachten Entdeckung der Abplattung des Jupiter erhalten hat, wissen wir leider nicht mit derselben Genauigkeit, als uns seine sehr verspätete Kenntniß von Picard's Gradmessung erwiesen ist. In einem Zeitpunkte, wo in einem so glücklichen Wettkampfe theoretische Ansichten zu Anstellung von Beobachtungen

*) Kosmos 1. B. S. 84. Am frühesten ist wohl die Anwendung des Isochronismus der Pendel-Schwingungen in den astronomischen Schriften der Araber von Eduard Bernard in England erkannt worden; s. dessen Brief aus Oxford vom April 1683 an Dr. Robert Huntington in Dublin (Philos. Transact. Vol. XII p. 567).

†) Fréret de létude de la Philosophie ancienne, in den Mém. de l'Acad. des Inscr. T. XVIII (1753) p. 100,

‡) Picard, Mesure de la Terre 1671 art. 4. Es ist kaum wahrscheinlich, daß die in der Pariser Akademie schon vor 1671 geäußerte Vermuthung über eine nach Breitengraden sich verändernde Intensität der Schwerkraft (Lalande, Astronomie T. III. p. 20 § 2668) dem großen Huygens zugehöre, der allerdings schon 1669 der Akademie seinen Discours sur la cause de la gravité vorgelegt hatte. Nicht in dieser Abhandlung, sondern in den additamentis, von denen eines nach dem Erscheinen von Newton's Principien, deren Huygens erwähnt, (also nach 1687) muß vollendet worden sein, spricht dieser von der Verkürzung des Secundenpendels, die Richter in Cayenne vornehmen mußte. Er sagt selbst: „Maxima pars hujus libelli scripta est, cum Lutetiae degerem (bis 1681), ad eum usque locum, ubi de alteratione, quae ponduli accidit e motu Terrae." Vergl. die Erläuterung, welche ich gegeben im Kosmos 2. Buch S. 381. Die von Richter in Cayenne angestellten Beobachtungen wurden, wie ich im Texte erwähnt habe, erst 1679, also volle 6 Jahre nach seine Rückkunft, veröffentlicht; und, was am auffallendsten ist, in den Registern der Académie des Inscriptions geschieht während dieser langen Zeit von Richter's wichtiger zwiefacher Beobachtung der Pendeluhr und eines einfachen Secunden-Pendels keine Erwähnung. Wir wissen nicht, wann Newton, dessen früheste theoretische Speculationen über die Figur der Erde höher als 1665 hinaufreichen, zuerst Kenntniß von Richter's Resultaten erhalten hat. Von Picard's Gradmessung, die schon 1671 veröffentlicht erschien, soll Newton erst sehr spät, 1682, und zwar „zufällig durch Gespräche in einer Sitzung der Royal Society, der er beiwohnte," Kenntniß erlangt haben: eine Kenntniß, welche wie Sir David Brewster gezeigt (Life of Newton p. 152), einen überaus wichtigen Einfluß auf seine Bestimmung des Erd-Durchmessers und des Verhältnisses des Falls der Körper auf unserem Planeten zu der Kraft, welche den Mond in seinem Laufe lenkte, ausgeübt hat. Ein ähnlicher Einfluß auf Newton's Ideen läßt sich von der Kenntniß der elliptischen Gestalt des Jupiter voraussetzen, welche Cassini schon vor 1666 erkannte, aber erst 1691 in den Mémoires de l'Académie des Sciences T. II. p. 108 beschrieb. Sollte von einer viel früheren Publication, von welcher Lalande einige Bogen in den Händen Maraldi's sahe, Newton etwas erfahren haben? (Vergl. Lalande, Astr. T. III. p. 335 § 3345 mit Brewster, Life of Newton p. 162 und Kosmos 1. B. S. 83.) Bei den gleichzeitigen Arbeiten von Newton, Huygens, Picard und Cassini ist es, wegen der damals gewöhnlichen Zögerung in der Publication und oft durch Zufall verspäteten Mittheilung, schwer, auf ältere Spuren des wissenschaftlichen Ideenverkehrs zu gelangen.

anregten und wiederum Ergebnisse der Beobachtung auf die Theorie reagirten, ist
Geschichte der mathematischen Begründung einer physischen Astronomie die genaue
lung der einzelnen Epochen von großem Interesse.

Wenn die unmittelbaren Messungen von Meridian- und Par
Graden (die ersteren vorzugsweise in der französischen Gradmessung*) zwisch
44° 42′ und 47° 30′; die zweiten bei Vergleichung von Punkten, die östlich und
liegen von den grajischen, cottischen und Meer-Alpen†) schon große Abweichu
von der mittleren ellipsoidischen Gestalt der Erde verrathen; so sind die Schwankur
dem Maaße der Abplattung, welche geographisch verschieden vertheilte Pendellä
und ihre Gruppirung geben, noch um vieles auffallender. Die Bestimmung der
der Erde durch die zu- oder abnehmende Schwere (Intensität der örtlichen Attractio
voraus, daß die Schwere an der Oberfläche des rotirenden Sphäroids dieselbe bli
sie zu der Zeit der Erstarrung aus dem flüssigen Zustande war; und daß nicht
Veränderungen der Dichtigkeit daselbst vorgingen.‡) Trotz der großen Vervollkom
der Instrumente und Methoden durch Borda, Kater und Bessel sind gegenwärtig in
Erdhälften: von den Malouinen, wo Freycinet, Duperrey und Sir James Roß na
ander beobachtet haben, bis Spitzbergen, also von 51° 35′ S. bis 79° 50′ N. B.
nur 65 bis 70 unregelmäßig zerstreute Punkte||) anzugeben, in denen die Länge d
fachen Pendels mit derselben Genauigkeit bestimmt worden ist als die Orts-Posit
Breite, Länge und Höhe über dem Meere.

Sowohl durch die Pendel-Versuche auf dem von den französischen Astronomen g
nen Theile eines Meridianbogens wie durch die Beobachtungen, welche Cap. Kater
trigonometrischen Aufnahme in Großbritannien gemacht, wurde anerkannt, daß die
tate sich keinesweges einzeln durch eine Variation der Schwere im Verhältniß des
drats des Sinus der Breite darstellen ließen. Es entschloß sich daher die englisch
gierung (auf Anregung des Vice-Präsidenten der Royal Society, Davies Gilbe
Ausrüstung einer wissenschaftlichen Expedition, welche meinem Freunde Eduard S
der als Astronom den Capitän Parry auf seiner ersten Nordpol-Unternehmung b
hatte, anvertraut wurde. Es führte ihn dieselbe in den Jahren 1822 und 1823
der westlichen afrikanischen Küste, von Sierra Leone bis zu der Insel St. Thomas
am Aequator; dann über Ascension nach der Küste von Südamerika (von Bahia bi
Ausfluß des Orinoco), nach Westindien und Neu-England; wie im hohen arctische
den bis Spitzbergen, und zu einem von gefahrdrohenden Eiswällen verdeckten, noch
suchten Theile des östlichen Grönlands (74° 32′). Dieses glänzende und so g
ausgeführte Unternehmen hatte den Vorzug, daß es seinem Hauptzwecke nach n
Einen Gegenstand gerichtet war, und Punkte umfaßte, die 93 Breitengrade von ei
entfernt sind.

Der Aequinoctial- und arctischen Zone weniger genähert lag das Feld der franzö
Gradmessungen; aber es gewährte dasselbe den großen Vortheil einer linearen Grup
der Beobachtungsorte, und der unmittelbaren Vergleichung mit der partiellen Boge

*) Delambre, Base du Syst. métrique T. III. p. 548.

†) Kosmos 1. B. S. 85; Plana, Opérations géodésiques et astronomiques pour la Mesure d'un Arc du Parallèle moyen T. II. p. 847; Carlini in den Effemeridi astronomiche di Milano per l'anno 1842 p. 57.

‡) Vergl. Biot, Astronomie physique T. II. (1844) p. 464 mit Kosmos 1. B. S. 85 Ende der Anmerkung † und 3. B. S. 551, wo ich die Schwierigkeiten berühre, welche die Vergleichung der Rotationszeit der Planeten mit ihrer beobachteten Abplattung darbietet. Auch Schubert (Astron. Th. III. S. 316) hat schon auf diese Schwierigkeit aufmerksam gem
Bessel in seiner Abhandlung über Maa
Gewicht sagt ausdrücklich: „daß die Voraus
des Gleichbleibens der Schwere an einem Meß
durch neuere Erfahrungen über die langsame E
großer Theile der Erdoberfläche einigermaßen
geworden ist."

||) Airy in seiner vortrefflichen Arbeit on
gure of the Earth zählte (Encycl. metropol.
229) im Jahr 1830 an fünfzig verschiedenen S
mit sicheren Resultaten; und vierzehn andere (vo
guer, Legentil, Lacaille, Maupertuis, La Cond
mit den vorigen an Genauigkeit nicht verglichen
können.

mung, wie sie sich aus den geodätisch-astronomischen Operationen ergeben hatte. Biot hat die Reihe der Pendel-Messungen von Formentera aus (38° 39′ 56″), wo er früher mit Arago und Chair beobachtete, im Jahr 1824 bis nach Unst, der nördlichsten der Shetlands-Inseln (60° 45′ 25″), fortgesetzt, und sie mit Mathieu auf den Parallelen von Bordeaux, Figeac und Padua bis Fiume erweitert. *) Diese Pendel-Resultate, mit denen von Sabine verglichen, geben für den ganzen nördlichen Quadranten allerdings die Abplattung von $\frac{1}{290}$; aber, in zwei Hälften getrennt, um so abweichendere Resultate †); vom Aequator bis 45° gar $\frac{1}{276}$, und von 45° bis zum Pol $\frac{1}{378}$. Der Einfluß der umgebenden dichteren Gebirgsmassen (Basalt, Grünstein, Diorit, Melaphyr; im Gegensatz von specifisch leichteren Flöz- und Tertiär-Formationen) hat sich für beide Hemisphären (wie der, die Intensität der Schwere vermehrende Einfluß der vulkanischen Eilande ‡) in den meisten Fällen erkennbar gemacht; aber viele Anomalien, die sich darbieten, lassen sich nicht aus der uns sichtbaren geologischen Bodenbeschaffenheit erklären.

Für die südliche Erdhälfte besitzen wir eine kleine Reihe vortrefflicher, aber freilich auf großen Flächen weit zerstreuter Beobachtungen von Freycinet, Duperrey, Fallows, Lütke, Brisbane und Rümker. Es bestätigen dieselben, was schon in der nördlichen Erdhälfte so auffallend ist: daß die Intensität der Schwere nicht an Oertern, welche gleiche Breite haben, dieselbe ist; ja daß die Zunahme der Schwere vom Aequator gegen die Pole unter verschiedenen Meridianen ungleichen Gesetzen unterworfen zu sein scheint. Wenn Lacaille's Pendel-Messungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und die auf der spanischen Weltumseglung von Malaspina den Glauben hatten verbreiten können, daß die südliche Hemisphäre im allgemeinen beträchtlich mehr abgeplattet sei als die nördliche; so haben, wie ich schon an einem anderen Orte ||) angeführt, die Malouinen Inseln und Neu-Holland, verglichen mit Neu-York, Dünkirchen und Barcelona, in genaueren Resultaten das Gegentheil erwiesen.

---

*) Biot und Arago, Recueil d'Observ. géodésiques et astronomiques 1821 p. 526—540 und Biot, Traité d'Astr. physique T. II. 1844 p. 465—473.

†) A. a. O. p. 488. Sabine (Exper. for determining the variation in the length of the Pendulum vibrating Seconds 1825 p. 352) findet aus allen den 13 Stationen seiner Pendel-Expedition, trotz ihrer so großen Zerstreutheit in der nördlichen Erdhälfte, $\frac{1}{288,3}$; aus diesen, vermehrt mit allen Pendel-Stationen des British Survey und der französischen Gradmessung (von Formentera bis Dünkirchen), im ganzen also durch Vergleichung von 25 Beobachtungspunkten, wiederum $\frac{1}{289}$. Auffallender ist es, wie schon der Admiral Lütke bemerkt, daß, von der atlantischen Region weit westlich entfernt, in den Meridianen von Petropawlowsk und Nowo-Archangelsk die Pendelläng n eine noch viel stärkere Abplattung, die von $\frac{1}{267}$, geben. Wie die früher allgemein angewandte Theorie des Einflusses von der das Pendel umgebenden Luft zu einem Rechnungsfehler führe und eine, schon 1786 vom Chevalier de Buat etwas undeutlich angegebene Correction nothwendig mache (wegen Verschiedenheit des Gewichts-Verlustes fester Körper, wenn sie in einer Flüssigkeit in Ruhe oder in schwingender Bewegung sind); hat Bessel mit der ihm eigenen Klarheit analytisch entwickelt in den Untersuchungen über die Länge des einfachen Secundenpendels S. 32, 63 und 126—129. „Bewegt sich ein Körper in einer Flüssigkeit (Luft), so gehört auch diese mit zum bewegten Systeme; und die bewegende Kraft muß nicht bloß auf die Massentheile des festen bewegten Körpers, sondern auch auf alle bewegten Massentheile der Flüssigkeit vertheilt werden.“ Ueber die Versuche von Sabine und Baily, zu welchen Bessel's praktisch wichtige Pendel-Correction (Reduction auf den leeren Raum) Anlaß gegeben hatte, s. John Herschel im Memoir of Francis Baily 1845 p. 17—21.

‡) Kosmos I. B. S. 84. Vergl. für die Insel-Phänomene Sabine Pend Exper. 1825 p. 237 und Lütke Obs. du Pendule invariable, exécutées de 1826—1829 p. 241. Dasselbe Werk enthält eine merkwürdige Tabelle über die Natur der Gebirgsarten in 16 Pendel-Stationen (p. 239) von Melville-Insel (Br. 79° 50′ N.) bis Valparaiso (Br. 33° 2′ S.).

||) Kosmos I. B. S. 86 Anm. *, Eduard Schmidt (mathem. und phys. Geographie Th. I, S. 394) hat unter den vielen Pendel-Beobachtungen, welche auf den Corvetten Descubierta und Atrevida unter Malaspina's Oberbefehl angestellt wurden, die 13 Stationen abgesondert, welche der südlichen Halbkugel angehören, und im Mittel eine Abplattung von $\frac{1}{280,34}$ gefunden. Mathieu folgerte auch aus Lacaille's Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf Isle de France, mit Paris verglichen, $\frac{1}{284,4}$; aber die Meßapparate damaliger Zeit boten nicht die Sicherheit dar, welche die Vorrichtungen von Borda und Kater und die neueren Beobachtungs-Methoden gewähren. — Es ist hier der Ort, des schönen, den Scharfsinn des Erfinders so überaus ehrenden Experiments von Foucault zu erwähnen, welches den sinnlichen Beweis von der Achsendrehung der Erde mittelst des Pendels liefert, indem die Schwingungs-Ebene desselben sich langsam von Osten nach Westen dreht (Comptes rendus de l'Acad. des Sc., séance du 3 Février 1851, T. XXXII, p. 135). Abweichungen gegen Osten in den Fallversuchen von Benzenberg und Reich auf Kirchthürmen und in Schachten erfordern eine sehr beträchtliche Fallhöhe, während Foucault's Apparat schon bei sechs Fuß Pendellänge die Wirkung der Erd-

Aus dem bisher Entwickelten ergiebt sich: daß das Pendel (ein nicht unwichtig
gnostisches Untersuchungsmittel; eine Art Senkblei, in tiefe, ungesehene Erdschich
worfen) uns doch mit geringerer Sicherheit über die Gestalt unseres Planeten aufk
Gradmessungen und Mondbewegung. Die concentrischen, elliptischen, einzeln hom
aber von der Oberfläche gegen das Erd-Centrum an Dichtigkeit (nach gewissen Fun
des Abstandes) zunehmenden Schichten können, in einzelnen Theilen des Erdkörper
ihrer Beschaffenheit, Lage und Dichtigkeits-Folge verschieden, an der Oberfläche
Abweichungen in der Intensität der Schwere erzeugen. Sind die Zustände, welc
Abweichungen hervorbringen, um vieles neuer als die Erhärtung der äußeren Ri
kann man sich die Figur der Oberfläche als örtlich nicht modificirt durch die innere
gung der geschmolzenen Massen denken. Die Verschiedenheit der Resultate der
Messung ist übrigens viel zu groß, als daß man sie gegenwärtig noch Fehlern der
achtung zuschreiben könnte. Wo auch durch mannigfach versuchte Gruppirung und
bination der Stationen Uebereinstimmung in den Resultaten oder erkennbare Gesetz
keit gefunden wird, ergeben immer die Pendel eine **größere Abplattung** (oh
schwankend zwischen den Grenzen $\frac{1}{[illegible]}$ und $\frac{1}{[illegible]}$ als die, welche aus den Gradmessung
geschlossen werden können.

Beharren wir bei dieser, wie sie nach Bessel's letzter Bestimmung gegenwärtig
gemeinsten angenommen wird, also bei einer Abplattung von $\frac{1}{299,152}$; so beträgt di
schwellung*) unter dem Aequator eine Höhe von 3272077' — 3261139' =
Toisen oder 65628 Pariser Fuß: ohngefähr $2\frac{7}{8}$ (genauer 2,873) geographische

---

Rotation bemerkbar macht. Erscheinungen, welche aus der Rotation erklärt werden (wie Richer's Vorgang in Cayenne, tägliche Aberration, Ablenkung des Projectilen, Passatwinde), sind wohl nicht mit dem zu verwechseln, was zu jeder Zeit durch Foucault's Apparat hervorgerufen wird, und wovon, ohne es weiter zu verfolgen, die Mitglieder der Academia del Cimento scheinen etwas erkannt zu haben (**Antinori** in den Comptes rendus T. XXXII. p. 635).

*) Im griechischen Alterthume wurden zwei Gegenden der Erde bezeichnet, in denen auf merkwürdige Anschwellungen der Oberfläche nach den damals herrschenden Meinungen geschlossen wurde: der **hohe Norden von Asien** und das Land unter dem Aequator. „Die hohen und nackten scythischen Ebenen", sagt **Hippocrates** (de aëre et aquis §. XIX. p. 72 Littré), „**ohne von Bergen gekrönt zu sein**, verlängern und erheben sich bis unter den Bären." Derselbe Glaube wurde schon früher dem Empedocles (**Plut.** de plac. philos. II, 8) zugeschrieben. **Aristoteles** (Meteor. I, 1 a 15 p. 66 Ideler) sagt: daß die älteren Meteorologen, welche die Sonne „nicht unter der Erde, sondern um dieselbe herumführten", die gegen den Norden hin angeschwollene Erde als eine Ursach betrachteten von dem Verschwinden der Sonne oder des Nachtwerdens. Auch in der Compilation der **Probleme** (XXVI, 15 pag. 941 Bekker) wird die Kälte des **Nordwindes** der **Höhe des Bodens** in dieser Weltgegend zugeschrieben. In allen diesen Stellen ist nicht von Gebirgen, sondern von Anschwellung des Bodens in **Hochebenen** die Rede. Ich habe bereits an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p 58) gezeigt, daß Strabo, welcher allein sich des so charakteristischen Wortes ὀροπέδια bedient, für Armenien (XI p. 522 Casaub.), für das von wilden Eseln bewohnte Lycaonien (XII p. 568) und für Ober-Indien, im Goldlande der Derden (XV p. 706), die Verschiedenheit der Klimate durch geographische Breite überall von der unterscheidet, welche der Höhe über dem Meere zugeschrieben werden muß. „Selbst in südlichen Erdstrichen", sagt der Geograph von Amasia, „ist jeder hohe Boden, **wenn er auch** eine Ebene ist, kalt" (II p. 73). — Für die sehr gemäßigte Temperatur unter dem Aequator führen Eratosthenes und
nicht allein den schnelleren Durchgang der Son
minus, Elem. Astron. c. 13; Cleom. cyc
I, 6), sondern vorzugsweise die Anschwellung
dens an (s. mein Examen crit. de la Géogr
p. 150—152). Beide behaupten nach dem Z
Strabo (II p. 97): „daß der dem Gleicher
gende Erdstrich der höchste sei; weshalb er au
net werde, da bei dem Eintreten der nach den
zeiten wechselnden Winde sehr viel nördliche
an der Höhe anhinge." Von diesen beiden M
über die Erhöhung des Bodens im nördlich
(dem **scythischen Europa** des Herodot
der Aequatorial-Zone hat die erste, mit der
thum eigenthümlicher Kraft, fast zweitausend
erhalten, und zu der geologischen Mythe von de
terbrochenen **tartarischen** Hochlande nord
Himalaya Anlaß gegeben: während daß di
Meinung nur gerechtfertigt werden konnte für
Asien außerhalb der Tropenzone belegene Geg
die colossale „**Hoch- oder Gebirgsebene**
welche in den ältesten und edelsten Denkmäle
scher Poesie gefeiert wird (s. **Wilson's** Dic
crit and English 1832 p. 674, wo Meru als
ebene gedeutet wird). Ich habe geglaubt
umständliche Entwickelung eingeben zu müssen,
Hypothese des geistreichen Fréret zu widerl
ohne Stellen griechischer Schriftsteller anzufüh
nur auf eine einzige vom Tropenregen anspiele
Meinungen von **localen Anschwell**
des Bodens auf Abplattung oder Verlänge
Pole deutet. "Pour expliquer les pluye
Fréret (Mém. de l'Acad. des Inscriptions T.
1753 p 112), "dans les régions équinoxi
les conquêtes d'Alexandre firent connoitre,
gina des courans qui poussoient les nua
pôles vers l'équateur, où, au défaut des m
qui les arrêtoient, les nuages l'étaient par
teur générale de la Terre, dont la surfa
l'équateur se trouvoit plus éloignée du cen
sous les pôles. Quelques physiciens donn
globe la figure d'un sphéroïde renflé sous l'
et aplati vers les pôles. Au contraire da

Da man seit frühester Zeit gewohnt ist eine solche Anschwellung oder convexe Erhebung der Erdoberfläche mit wohlgemessenen Gebirgsmassen zu vergleichen: so wähle ich als Gegenstände der Vergleichung den höchsten unter den jetzt bekannten Gipfeln des Himalaya, den vom Oberst Waugh gemessenen Kintschindjinga von 4406 Toisen (26436 Fuß); und den Theil der Hochebene Tibets, welcher den Heiligen Seen Rakas-Tal und Manassarovar am nächsten ist, und nach Lieut. Henry Strachey die mittlere Höhe von 2400 Toisen erreicht. Unser Planet ist demnach nicht ganz dreimal so viel in der Aequatorial-Zone angeschwollen, als die Erhebung des höchsten Erdberges über der Meeresfläche beträgt; fast fünfmal so viel als das östliche Plateau von Tibet.

Es ist hier der Ort zu bemerken, daß die durch bloße Gradmessungen oder durch Combinationen von Grad- und Pendel-Messungen sich ergebenden Resultate der Abplattung weit geringere Verschiedenheiten*) in der Höhe der Aequinoctial-Anschwellung

---

nion de ceux des anciens qui croyoient la terre alongée aux pôles, le pays voisin des pôles se trouvoit plus éloigné du centre que sous l'équateur." Ich kann kein Zeugniß des Alterthums auffinden, welches diese Behauptungen rechtfertigte. Im dritten Abschnitt des ersten Buches des Strabo (pag. 48 Casaub.) heißt es ausdrücklich: „Nachdem Eratosthenes gesagt hat, daß die ganze Erde kugelförmig sei, doch nicht wie von der Drehbank (ein Ausdruck, dem Herodot IV, 36 entlehnt), und manche Abweichungen habe; führt er viele Umgestaltungen an, welche durch Wasser und Feuer, durch Erdbeben, unterirdische Windstöße (elastische Dämpfe?) und andere dergleichen Ursachen erfolgen: aber auch hier die Ordnung nicht beachtend. Denn die Kugelrundung um die ganze Erde erfolgt aus der Anordnung des Ganzen, und solche Umgestaltungen verändern das Ganze der Erde gar nicht; das Kleine verschwindet im Großen." Später heißt es, immer nach Groskurd's sehr gelungener Uebersetzung: „daß die Erde mit der See kugelförmig sei, und eine und dieselbe Oberfläche bilde mit den Meeren. Das Hervorragende des Landes, welches unbedeutend ist und unbemerkt bleiben kann, verliert sich in solcher Größe: so daß wir die Kugelgestalt in solchen Fällen nicht so bestimmen wie nach der Drehbank, auch nicht wie der Meßkünstler nach dem Begriffe, sondern nach sinnlicher und zwar gröberer Wahrnehmung." (Strabo II p. 112.) „Die Welt ist zugleich ein Werk der Natur und der Vorsehung; Werk der Natur, indem alles gegen einen Punkt, die Mitte des Ganzen, sich zusammenneigt, und sich um denselben rundet: das weniger Dichte (das Wasser) das Dichtere (die Erde) enthaltend." (Strabo XVII p. 809.) Wo bei den Griechen von der Figur der Erde gehandelt wird, heißt es bloß (Cleom. cycl. theor. I, 8 p. 51): daß man sie mit einer flachen oder in der Mitte vertieften Scheibe, mit einem Cylinder (Anaximander), mit einem Cubus, einer Pyramide verglichen; und endlich allgemein, trotz des langen Streits der Epicuräer, welche die Anziehung nach dem Centrum läugneten, für eine Kugel gehalten habe. Die Idee der Abplattung hat sich der Phantasie nicht dargeboten. Die längliche Erde des Democritus war nur die in Einer Dimension verlängerte Scheibe des Thales. Der Paukenform, τὸ σχῆμα τυμπανοειδές, welche vorzugsweise dem Leucippus zugeschrieben wird (Plut. de plac. philos. III, 10; Galen. hist. phil. cap. 21; Aristot. de Coelo II, 13 pag. 293 Bekker), liegt schon zum Grunde die Vorstellung einer Halbkugel mit ebener Basis, welche vielleicht den Gleicher bezeichnet, während die Krümmung als die οἰκουμένη gedacht wurde. Eine Stelle des Plinius IX, 54 über die Perlen erläutert diese Gestaltung: wogegen Aristoteles, Meteorol. II, 5 a 10 (Ideler T. I. p. 563), nur eine Vergleichung von Kugelsegmenten mit dem Tympan darbietet, wie auch aus dem Commentar des Olympiodor (Ideler T. I. p. 301) erhellt. Ich habe absichtlich in dieser Uebersicht nicht zweier mir wohl bekannten Stellen des Agathemer (de Geographia lib. I cap. 1 p. 2 Hudson) und des Eusebius (Evangel. Praeparat. T. IV. p 125 ed. Gaisford 1843) gedacht: weil sie beweisen, mit welcher Ungenauigkeit oft spätere Schriftsteller den Alten Meinungen zuschreiben, die denselben ganz fremd waren. „Eudorus soll nach diesen Angaben der Erdscheibe eine Länge und Breite im Verhältniß der Dimensionen wie 1 zu 2 gegeben haben; eben so Dicäarch, der Schüler des Aristoteles, welcher doch eigene Beweise für die Kugelgestalt der Erde (Marcian. Capella lib. VI p. 192) vortrug. Hipparch habe die Erde für τραπεζοειδής und Thales für eine Kugel gehalten!"

*) „Mir scheint es oft, als nenne man bisweilen die Abplattung der Erde fast nur deßhalb etwas zweifelhaft, weil man zu große Genauigkeit erreichen will. Nimmt man die Abplattungen zu $\frac{1}{310}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{290}$, $\frac{1}{280}$; so erhält man den Unterschied beider Halbmesser gleich 10554, 10905, 11281 und 11684 Toisen. Das Schwanken von 30 Einheiten im Nenner erzeugt nur ein Schwanken von 1130 Toisen in dem Polar-Halbmesser: eine Größe, die vergleichungsweise mit den sichtbaren Ungleichheiten der Oberfläche der Erde so wenig wesentlich erscheint, daß ich wirklich oft erstaune, wie die Experimente noch innerhalb solcher Grenzen zusammenstimmen. Zerstreute Beobachtungen, auf weiten Flächen vereinzelt, werden uns allerdings wenig mehr lehren, als wir schon wissen; aber wichtig wäre es, wenn man alle Messungen über die ganze Oberfläche von Europa mit einander verbände und alle astronomisch bestimmten Punkte in diese Operation hineinzöge." (Bessel in einem Briefe an mich vom Dec. 1828.) Nach diesem Vorschlage würde man aber doch nur die Erdgestaltung von dem kennen lernen, was man als die gegen Westen vortretende Peninsular-Gliederung des großen asiatischen Continents, in kaum 66½ Längegraden, betrachten kann. — Die Steppen des nördlichen Asiens, selbst die mittlere Kirghisen-Steppe, von der ich einen beträchtlichen Theil gesehen, sind oft hügelig und in Hinsicht der Raumverhältnisse ununterbrochener Söhligkeit im großen keinesweges mit den Pampas von Buenos Aires und den Llanos von Venezuela zu vergleichen. Diese letzteren, weit von Gebirgsketten entfernt, und in der nächsten Erdrinde mit Flözformationen und Tertiärschichten von sehr gleicher und geringer Dichtigkeit bedeckt, würden durch Anomalien in den Ergebnissen der Pendel-Schwingungen sehr reine und sehr entscheidende Resultate über die örtliche Constitution der tiefen inneren Erdschichten liefern können. Vergleiche meine Ansichten der Natur B. 1. S. 4, 12 und 47—50.

Aus dem bisher Entwickelten ergiebt sich: daß das Pendel (ein nicht unwichtiges geognostisches Untersuchungsmittel; eine Art Senkblei, in tiefe, ungesehene Erdschichten geworfen) uns doch mit geringerer Sicherheit über die Gestalt unseres Planeten aufklärt als Gradmessungen und Mondbewegung. Die concentrischen, elliptischen, einzeln homogenen, aber von der Oberfläche gegen das Erd-Centrum an Dichtigkeit (nach gewissen Funktionen des Abstandes) zunehmenden Schichten können, in einzelnen Theilen des Erdkörpers nach ihrer Beschaffenheit, Lage und Dichtigkeits-Folge verschieden, an der Oberfläche locale Abweichungen in der Intensität der Schwere erzeugen. Sind die Zustände, welche jene Abweichungen hervorbringen, um vieles neuer als die Erhärtung der äußeren Rinde, so kann man sich die Figur der Oberfläche als örtlich nicht modificirt durch die innere Bewegung der geschmolzenen Massen denken. Die Verschiedenheit der Resultate der Pendel-Messung ist übrigens viel zu groß, als daß man sie gegenwärtig noch Fehlern der Beobachtung zuschreiben könnte. Wo auch durch mannigfach versuchte Gruppirung und Combination der Stationen Uebereinstimmung in den Resultaten oder erkennbare Gesetzmäßigkeit gefunden wird, ergeben immer die Pendel eine größere Abplattung (ohngefähr schwankend zwischen den Grenzen $\frac{1}{270}$ und $\frac{1}{280}$ als die, welche aus den Gradmessungen hat geschlossen werden können.

Beharren wir bei dieser, wie sie nach Bessel's letzter Bestimmung gegenwärtig am allgemeinsten angenommen wird, also bei einer Abplattung von $\frac{1}{299,152}$; so beträgt die Anschwellung*) unter dem Aequator eine Höhe von 3272077' — 3261139' = 10938 Toisen oder 65628 Pariser Fuß: ohngefähr $2\frac{4}{5}$ (genauer 2,873) geographische Meilen.

Rotation bemerkbar macht. Erscheinungen, welche aus der Rotation erklärt werden (wie Richer's Übergang in Cayenne, tägliche Aberration, Ablenkung des Projectilen, Passatwinde), sind wohl nicht mit dem zu verwechseln, was zu jeder Zeit durch Foucault's Apparat hervorgerufen wird, und wovon, ohne es weiter zu verfolgen, die Mitglieder der Academia del Cimento scheinen etwas erkannt zu haben (Antinori in den Comptes rendus T. XXXII. p. 635).

*) Im griechischen Alterthume wurden zwei Gegenden der Erde bezeichnet, in denen auf merkwürdige Anschwellungen der Oberfläche nach den damals herrschenden Meinungen geschlossen wurde: der hohe Norden von Asien und das Land unter dem Aequator. „Die hohen und nackten scythischen Ebenen", sagt Hippocrates (de aëre et aquis §. XIX. p. 72 Littré), „ohne von Bergen gekrönt zu sein, verlängern und erheben sich bis unter den Bären." Derselbe Glaube wurde schon früher dem Empedocles (Plut. de plac. philos. II, 8) zugeschrieben. Aristoteles (Meteor. I, 1 a 15 p. 66 Ideler) sagt: daß die älteren Meteorologen, welche die Sonne „nicht unter der Erde, sondern um dieselbe herumführten", die gegen den Norden hin angeschwollene Erde als eine Ursach betrachteten von dem Verschwinden der Sonne oder des Nachtwerdens. Auch in der Compilation der Probleme (XXVI, 15 pag. 941 Bekker) wird die Kälte des Nordwindes der Höhe des Bodens in dieser Weltgegend zugeschrieben. In allen diesen Stellen ist nicht von Gebirgen, sondern von Anschwellung des Bodens in Hochebenen die Rede. Ich habe bereits an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p 58) gezeigt, daß Strabo, welcher allein sich des so charakteristischen Wortes ὀροπέδια bedient, für Armenien (XI p. 522 Casaub.), für das von wilden Eseln bewohnte Lycaonien (XII p. 568) und für Ober-Indien, im Goldlande der Derden (XV p. 706), die Verschiedenheit der Klimate durch geographische Breite überall von der unterscheidet, welche der Höhe über dem Meere zugeschrieben werden muß. „Selbst in südlichen Erdstrichen", sagt der Geograph von Amasia, „ist jeder hohe Boden, wenn er auch eine Ebene ist, kalt" (II p. 73). — Für die sehr gemäßigte Temperatur unter dem Aequator führen Eratosthenes und Polybius nicht allein den schnelleren Durchgang der Sonne (Geminus, Elem. Astron. c. 13; Cleom. cycl. theor. I, 6), sondern vorzugsweise die Anschwellung des Bodens an (s. mein Examen crit. de la Géogr. T. III. p, 150—152). Beide behaupten nach dem Zeugniß des Strabo (II p. 97): „daß der dem Gleicher unterliegende Erdstrich der höchste sei; weshalb er auch beregnet werde, da bei dem Eintreten der nach den Jahreszeiten wechselnden Winde sehr viel nördliches Gewölk an der Höhe anhinge." Von diesen beiden Meinungen über die Erhöhung des Bodens im nördlichen Asien (dem scythischen Europa des Herodot) und in der Aequatorial-Zone hat die erste, mit der dem Irrthum eigenthümlicher Kraft, fast zweitausend Jahre sich erhalten, und zu der geologischen Mythe von dem ununterbrochenen tartarischen Hochlande nördlich vom Himalaya Anlaß gegeben: während daß die andere Meinung nur gerechtfertigt werden konnte für eine in Asien außerhalb der Tropenzone belegene Gegend: für die colossale „Hoch- oder Gebirgsebene Meru", welche in den ältesten und edelsten Denkmälern indischer Poesie gefeiert wird (s. Wilson's Dict. Sanscrit and English 1832 p. 674, wo Meru als Hochebene gedeutet wird). Ich habe geglaubt in diese umständliche Entwickelung eingehen zu müssen, um die Hypothese des geistreichen Fréret zu widerlegen, der, ohne Stellen griechischer Schriftsteller anzuführen, und nur auf eine einzige vom Tropenregen anspielend, jene Meinungen von localen Anschwellungen des Bodens auf Abplattung oder Verlängerung der Pole deutet. "Pour expliquer les pluyes", sagt Fréret (Mém. de l'Acad. des Inscriptions T. XVIII. 1753 p 112), "dans les régions équinoxiales que les conquêtes d'Alexandre firent connoître, on imagina des courans qui poussoient les nuages des pôles vers l'équateur, où, au défaut des montagnes qui les arrêtoient, les nuages l'étaient par la hauteur générale de la Terre, dont la surface sous l'équateur se trouvoit plus éloignée du centre que sous les pôles. Quelques physiciens donnèrent au globe la figure d'un sphéroïde renflé sous l'équateur et aplati vers les pôles. Au contraire dans l'opi-

Da man seit frühester Zeit gewohnt ist eine solche **Anschwellung** oder convexe Erhebung der Erdoberfläche mit wohlgemessenen Gebirgsmassen zu vergleichen: so wähle ich als Gegenstände der Vergleichung den höchsten unter den jetzt bekannten Gipfeln des Himalaya, den vom Oberst Waugh gemessenen **Kintschindjinga** von 4406 Toisen (26436 Fuß); und den Theil der **Hochebene Tibets**, welcher den Heiligen Seen Rakas-Tal und Manassarovar am nächsten ist, und nach Lieut. Henry Strachey die mittlere Höhe von 2400 Toisen erreicht. Unser Planet ist demnach nicht ganz dreimal so viel in der Aequatorial-Zone angeschwollen, als die Erhebung des **höchsten Erdberges** über der Meeresfläche beträgt; fast fünfmal so viel als das östliche Plateau von Tibet.

Es ist hier der Ort zu bemerken, daß die durch bloße Gradmessungen oder durch Combinationen von Grad- und Pendel-Messungen sich ergebenden Resultate der **Abplattung** weit geringere Verschiedenheiten*) in der Höhe der **Aequinoctial-Anschwellung**

---

nion de ceux des anciens qui croyoient la terre alongée aux pôles, le pays voisin des pôles se trouvoit plus éloigné du centre que sous l'équateur." Ich kann kein Zeugniß des Alterthums auffinden, welches diese Behauptungen rechtfertigte. Im dritten Abschnitt des ersten Buches des **Strabo** (pag. 48 Casaub.) heißt es ausdrücklich: „Nachdem Eratosthenes gesagt hat, daß die ganze Erde kugelförmig sei, doch nicht wie von der Drehbank (ein Ausdruck, dem Herodot IV, 36 entlehnt), und manche **Abweichungen** habe; führt er viele Umgestaltungen an, welche durch Wasser und Feuer, durch Erdbeben, unterirdische Windstöße (elastische Dämpfe?) und andere dergleichen Ursachen erfolgen: aber auch hier die Ordnung nicht beachtend. Denn die Kugelrundung um die ganze Erde erfolgt aus der **Anordnung des Ganzen**, und solche Umgestaltungen verändern das Ganze der Erde gar nicht; das Kleine verschwindet im Großen." Später heißt es, immer nach **Groskurd's** sehr gelungener Uebersetzung: „daß die Erde mit der See kugelförmig sei, und eine und dieselbe Oberfläche bilde mit den Meeren. Das Hervorragende des Landes, welches unbedeutend ist und unbemerkt bleiben kann, verliert sich in solcher Größe: so daß wir die Kugelgestalt in solchen Fällen nicht so bestimmen wie nach der Drehbank, auch nicht wie der Meßkünstler nach dem Begriffe, sondern nach sinnlicher und zwar groberer Wahrnehmung." (**Strabo** II p. 112.) „Die Welt ist zugleich ein Werk der Natur und der Vorsehung; Werk der Natur, indem alles gegen einen Punkt, die Mitte des Ganzen, sich zusammenneigt, und sich um denselben rundet: das weniger Dichte (das Wasser) das Dichtere (die Erde) enthaltend." (**Strabo** XVII p. 809.) Wo bei den Griechen von der Figur der Erde gehandelt wird, heißt es bloß (**Cleom.** cycl. theor. I, 8 p. 51): daß man sie mit einer flachen oder in der Mitte vertieften Scheibe, mit einem Cylinder (Anaximander), mit einem Cubus, einer Pyramide verglichen; und endlich allgemein, trotz des langen Streits der Epicuräer, welche die Anziehung nach dem Centrum läugneten, für eine Kugel gehalten habe. Die Idee der Abplattung hat sich der Phantasie nicht dargeboten. Die **längliche Erde** des Democritus war nur die in Einer Dimension verlängerte Scheibe des Thales. Der Paukenform, τὸ σχῆμα τυμπανοειδές, welche vorzugsweise dem Leucipus zugeschrieben wird (**Plut.** de plac. philos. III, 10; **Galen.** hist. phil. cap. 21; **Aristot.** de Coelo II, 13 pag. 293 Bekker), liegt schon zum Grunde die Vorstellung einer Halbkugel mit ebener Basis, welche vielleicht den Gleicher bezeichnet, während die Krümmung als die οἰκουμένη gedacht wurde. Eine Stelle des **Plinius** IX, 54 über die Perlen erläutert diese Gestaltung: wogegen **Aristoteles**, Meteorol. II, 5 a 10 (Ideler T. I. p. 563), nur eine Vergleichung von Kugelsegmenten mit dem Tympan darbietet, wie auch aus dem Commentar des **Olympiodor** (Ideler T. I. p. 301) erhellt. Ich habe absichtlich in dieser Uebersicht nicht zweier mir wohl bekannten Stellen des **Agathemer** (de Geographia lib. I cap. 1 p. 2 Hudson) und des **Eusebius** (Evangel. Praeparat. T. IV. p 125 ed. Gaisford 1843) gedacht: weil sie beweisen, mit welcher Ungenauigkeit oft spätere Schriftsteller den Alten Meinungen zuschreiben, die denselben ganz fremd waren. „Eudorus soll nach diesen Angaben der **Erdscheibe** eine Länge und Breite im Verhältniß der Dimensionen wie 1 zu 2 gegeben haben; eben so Dicäarch, der Schüler des Aristoteles, welcher doch eigene Beweise für die Kugelgestalt der Erde (**Marcian. Capella** lib. VI p. 192) vortrug. Hipparch habe die Erde für τραπεζοειδής und Thales für eine Kugel gehalten!"

*) „Mir scheint es oft, als nenne man bisweilen die Abplattung der Erde fast nur deßhalb etwas zweifelhaft, weil man zu große Genauigkeit erreichen will. Nimmt man die Abplattungen zu $\frac{1}{310}$, $\frac{1}{300}$, $\frac{1}{290}$, $\frac{1}{280}$; so erhält man den Unterschied beider Halbmesser gleich 10554, 10905, 11281 und 11684 Toisen. Das Schwanken von 30 Einheiten im Renner erzeugt nur ein Schwanken von 1130 Toisen in dem Polar-Halbmesser: eine Größe, die vergleichungsweise mit den sichtbaren Ungleichheiten der Oberfläche der Erde so wenig wesentlich erscheint, daß ich wirklich oft erstaune, wie die Experimente noch innerhalb solcher Grenzen zusammenstimmen. **Zerstreute Beobachtungen**, auf weiten Flächen **vereinzelt**, werden uns allerdings wenig mehr lehren, als wir schon wissen; aber wichtig wäre es, wenn man alle Messungen über die ganze Oberfläche von Europa mit einander verbände und alle astronomisch bestimmten Punkte in diese Operation hineinzöge." (**Bessel** in einem Briefe an mich vom Dec. 1828.) Nach diesem Vorschlage würde man aber doch nur die Erdgestaltung von dem kennen lernen, was man als die gegen Westen vortretende Peninsular-Gliederung des großen asiatischen Continents, in kaum 66½ Längegraden, betrachten kann. — Die Steppen des nördlichen Asiens, selbst die mittlere Kirgbisen-Steppe, von der ich einen beträchtlichen Theil gesehen, sind oft hügelig und in Hinsicht der Raumverhältnisse **ununterbrochener Söhligkeit** im großen keinesweges mit den **Pampas von Buenos Aires** und den **Llanos von Venezuela** zu vergleichen. Diese letzteren, weit von Gebirgsketten entfernt, und in der nächsten Erdrinde mit Flözformationen und Tertiärschichten von sehr gleicher und geringer Dichtigkeit bedeckt, würden durch Anomalien in den Ergebnissen der Pendel-Schwingungen sehr reine und sehr entscheidende Resultate über die örtliche Constitution der **tiefen inneren Erdschichten** liefern können. Vergleiche meine **Ansichten der Natur** B. 1. S. 4, 12 und 47—50.

rechte wie das horizontale (die Drehwage), hat allerdings ein geognostisches Inst
genannt werden können; aber die Geologie der unzugänglichen inneren Er
ist, wie die Astrognosie der dunklen Weltkörper, nur mit vieler Vorsicht
handeln. Ich muß ohnedies noch in dem vulkanischen Abschnitt dieses Werkes die
von Anderen angeregten Probleme der Strömungen in der allgemeinen Flüssigk
Inneren des Planeten, der wahrscheinlichen oder unwahrscheinlichen periodischen Eb
Fluth-Bewegung in einzelnen, nicht ganz gefüllten Becken, oder der Existenz u
Räume unter den gehobenen Gebirgsketten*) berühren. Es ist im Kosmo
Betrachtung zu übergehen, auf welche wirkliche Beobachtungen oder nicht entfernt
logien zu leiten scheinen.

b. Innere Wärme des Erdkörpers und Vertheilung derselben.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos I. Buch S. 87 — 89.)

Die Betrachtungen über die innere Wärme des Erdkörpers, deren Wichtigkeit
ihren jetzt so allgemein anerkannten Zusammenhang mit vulkanischen und Heb
Erscheinungen erhöht worden ist, sind gegründet theils auf directe und daher
streitbare Messungen der Temperatur in Quellen, Bohrlöchern und unterirdischen G
bauten; theils auf analytische Combinationen über die allmälige Erkältung
Planeten und den Einfluß, welchen die Wärme-Abnahme auf die Rotations-Geschw
keit†) und auf die Richtung der inneren Wärme-Strömungen in der Urzeit mag a
haben. Die Gestalt des abgeplatteten Erdsphäroids ist selbst wieder von dem Ges
zunehmenden Dichtigkeit abhängig in concentrischen, über einander liegenden, nicht h
nen Schalen. Der erste, experimentale und darum sichrere Theil der Untersuchun
den wir uns hier beschränken, verbreitet aber nur Licht über die uns allein zugänglich
Dicke nach unbedeutende Erdrinde: während der zweite, mathematische Theil, der
seiner Anwendung nach, mehr negative als positive Resultate liefert. Den Reiz
sinniger Gedankenverbindungen‡) darbietend, leitet dieser zu Problemen, welche b
Muthmaßungen über den Ursprung der vulkanischen Kräfte und die Reaction des ge
zenen Inneren gegen die starre äußere Schale nicht ganz unberührt bleiben können.
geognostische Mythe von Pyriphlegethon||), als Ursprung aller heißen Quellen
vulkanischen Feuerströme, war hervorgegangen aus dem so früh und so allgemein ge
Bedürfniß, für eine große und verwickelte Reihe von Erscheinungen eine geme
Ursach aufzufinden.

Bei der Mannigfaltigkeit der Verhältnisse, welche die Erdoberfläche darbietet in
auf Insolation (Sonnen-Einwirkung) und auf Fähigkeit die Wärme auszus
len, bei der großen Verschiedenheit der Wärme-Leitung nach Maaßgabe
ihrer Zusammensetzung und Dichte heterogenen Gebirgsarten: ist es nicht wenig
wundern, daß da, wo die Beobachtungen mit Sorgfalt und unter günstigen Um
angestellt sind, die Zunahme der Temperatur mit der Tiefe in sehr ungleichen Loc
meist so übereinstimmende Resultate gegeben hat. Bohrlöcher: besonders wenn s
mit trüben, etwas durch Thon verdickten, den inneren Strömungen minder gü
Flüssigkeiten gefüllt sind, und wenig Zuflüsse seitwärts in verschiedenen Höhen durch
klüfte erhalten: bieten bei sehr großer Tiefe die meiste Sicherheit dar. Wir be
daher, eben dieser Tiefe wegen, mit zweien der merkwürdigsten artesischen Br
dem von Grenelle zu Paris, und dem von Neu-Salzwerk im Soolbade
hausen bei Minden. Die genauesten Bestimmungen für beide sind die, welche hier

*) Vergl. Petit "sur la latitude de l'Observatoire de Toulouse, la densité moyenne de la chaîne des Pyrénées, et la probabilité qu'il existe un vide sous cette chaîne", in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXIX. 1849 p. 730.

†) Kosmos I, B. S. 90.

‡) Hopkins (Physical Geology) im R
the British Association for 1838 p. 92;
Transact. 1839 P. II. p. 381 und 1840 P. I.
Henry Hennessey (Terrestrial Physics)
Philos. Transact 1851 P. II. p. 504 und 52

||) Kosmos I. B. S. 123.

Nach den Messungen von Walferdin *), dessen Scharfsinn man eine ganze Reihe feiner Apparate zur Bestimmung der Temperatur in den Tiefen des Meeres oder der Brunnen verdankt, liegt die Bodenfläche des Abattoir du Puits de Grenelle 36m,24 über dem Meere. Der obere Ausfluß der aufsteigenden Quelle ist noch 33m,33 höher. Diese Total-Höhe der steigenden Wasser (69m,57) ist im Vergleich mit dem Niveau des Meeres ohngefähr 60 Meter niedriger als das Ausgehen der Grünsand-Schicht in den Hügeln bei Lusigny, südöstlich von Paris, deren Infiltrationen man das Aufsteigen der Wasser im artesischen Brunnen von Grenelle zuschreibt. Die Wasser sind erbohrt in 547m (1683 Pariser Fuß) Tiefe unter dem Boden des Abattoirs, oder 510m,76 (1572 Fuß) unter dem Meeresspiegel; also steigen sie im ganzen 580m,33 (1786 Fuß). Die Temperatur der Quelle ist 27°,75 cent. (22°,2 R.). Die Zunahme der Wärme ist also 32m,3 (99½ Fuß) für 1° des hunderttheiligen Thermometers.

Das Bohrloch zu Neu-Salzwerk bei Rehme liegt in seiner Mündung 217 Fuß über der Meeresfläche (über dem Pegel bei Amsterdam). Es hat erreicht unter der Erdoberfläche: unter dem Punkte, wo die Arbeit begonnen ist, die absolute Tiefe von 2144 F. Die Soolquelle, welche mit vieler Kohlensäure geschwängert ausbricht, ist also 1926 Fuß unter der Meeresfläche gelegen: eine relative Tiefe, die vielleicht die größte ist, welche die Menschen je im Inneren der Erde erreicht haben. Die Soolquelle von Neu-Salzwerk (Bad Oeynhausen) hat eine Temperatur von 32°,8 (26°,3 R.); und da die mittlere Jahres-Temperatur der Luft in Neu-Salzwerk etwas über 9°,6 (7°,7 R.) beträgt, so darf man auf eine Zunahme der Temperatur von 1° cent. für 92,4 Fuß oder 30 Meter schließen. Das Bohrloch von Neu-Salzwerk †) ist also, mit dem von Grenelle verglichen, 461 Fuß absolut tiefer; es senkt sich 354 Fuß mehr unter die Oberfläche des Meeres, und die Temperatur seiner Wasser ist 5°,1 höher. Die Zunahme der Wärme ist in Paris für jeden hunderttheiligen Grad um 7,1 Fuß, also kaum um $\frac{1}{14}$ schneller. Ich habe schon oben ‡) darauf aufmerksam gemacht, wie ein von Auguste de la Rive und Marcet zu Brégny bei Genf untersuchtes Bohrloch von nur 680 Fuß Tiefe ein ganz gleiches Resultat gegeben hat, obgleich dasselbe in einer Höhe von mehr als 1500 Fuß über dem mittelländischen Meere liegt.

Wenn man den drei eben genannten Quellen, welche zwischen 680 und 2144 Fuß absolute Tiefe erreichen, noch eine: die von Monk Wearmouth bei Newcastle (die Grubenwasser des Kohlenbergwerks, in welchem nach Phillips 1404 Fuß unter dem Meeresspiegel gearbeitet wird), hinzufügt; so findet man das merkwürdige Resultat, daß an vier von einander so entfernten Orten die Wärme-Zunahme für 1° cent. nur zwischen 91 und 99 Pariser Fuß schwankt ||). Diese Uebereinstimmung kann aber nach der Natur der Mittel, die man anwendet, um die innere Erdwärme in bestimmten Tiefen zu ergrün-

*) Die von Walferdin mitgetheilten Beobachtungen sind von dem Herbst 1847. Sie sind sehr wenig abweichend von den Resultaten (Kosmos 1. B. S. 88 Anm. *, Comptes rendus T. XI. 1840 p. 707), welche ebenfalls mit dem Walferdin'schen Apparate Arago 1840 erhielt in 505m Tiefe, als der Bohrer eben die Kreide verlassen hatte und in den Gault einzudringen anfing.

†) Nach handschriftlichen Resultaten von dem Berghauptmann von Oeynhausen. Vergl. Kosmos 1. B. S. 79 Anm. * und S. 88 Anm. *; auch Bischof, Lehrbuch der chem. und phys. Geologie Bd. I. Abth. 1, S. 154—163. In absoluter Tiefe kommt das Bohrloch zu Mondorf im Großherzogthum Luxemburg (2066 Fuß) dem von Neu-Salzwerk am nächsten.

‡) Kosmos 1. B. S. 88 und Mémoires de la Société d'hist. naturelle de Genève T. VI. 1833 p. 243. Die Vergleichung einer großen Zahl artesischer Brunnen in der Nähe von Lille mit denen von Saint-Ouen und Genf könnte auf einen beträchtlicheren Einfluß der Leitungsfähigkeit der Erd- und Gesteinschichten schließen lassen, wenn die Genauigkeit der numerischen Angaben gleich sicher wäre (Poisson, Théorie mathématique de la Chaleur p. 421).

||) In einer Tabelle von 14 Bohrlöchern, die über 100 Meter Tiefe haben, aus den verschiedensten Theilen von Frankreich, führt Bravais in seiner lehrreichen encyclopädischen Schrift Patria 1847 p. 145 neun auf, in welchen die einem Grad zugehörige Temperatur-Zunahme zwischen 27 und 39 Meter fällt, von dem im Text gegebenen Mittel von 32 Metern zu beiden Seiten um 5 bis 6 Meter abweichend. (Vergl. auch Magnus in Poggend. Ann. Bd. XXII. 1831 S. 146.) Im ganzen scheint die Temperatur-Zunahme schneller in artesischen Brunnen von sehr geringer Tiefe; doch machen die sehr tiefen Brunnen von Monte Massi in Toscana und Neuffen am nordwestlichen Theil der schwäbischen Alp davon sonderbare Ausnahmen.

den, nicht überall erwartet werden. Wenn auch angenommen wird, daß die auf Höhen sich infiltrirenden Meteor-Wasser durch hydrostatischen Druck, wie in communicirenden Röhren, das Aufsteigen der Quellen an tieferen Punkten bewirken, und daß die unterirdischen Wasser die Temperatur der Erdschichten annehmen, mit welchen sie in Contact gelangen; so können die erbohrten Wasser in gewissen Fällen, mit senkrecht niedergehenden Wasserklüften communicirend, doch noch einen anderen Zuwachs von Wärme aus uns unbekannter Tiefe erhalten. Ein solcher Einfluß, welchen man sehr von dem der verschiedenen Leitungsfähigkeit des Gesteins unterscheiden muß, kann an Punkten stattfinden, die dem Bohrloch sehr fern liegen. Wahrscheinlich bewegen sich die Wasser im Inneren der Erde bald in beschränkten Räumen, auf Spalten gleichsam flußartig (daher oft von nahen Bohrversuchen nur einige gelingen); bald scheinen dieselben in horizontaler Richtung weit ausgedehnte Becken zu bilden: so daß dieses Verhältniß überall die Arbeit begünstigt, und in sehr seltenen Fällen durch Anwesenheit von Aalen, Muscheln und Pflanzenresten einen Zusammenhang mit der Erdoberfläche verräth. Wie nun aus den oben bezeichneten Ursachen die aufsteigenden Quellen bisweilen wärmer sind, als nach der geringen Tiefe des Bohrlochs zu erwarten wäre; so wirken in entgegengesetztem Sinne kältere Wasser, welche aus seitwärts zuführenden Querklüften hervorbrechen.

Es ist bereits bemerkt worden, daß Punkte, welche im Inneren der Erde bei geringer Tiefe in derselben Verticallinie liegen, zu sehr verschiedenen Zeiten das Maximum und Minimum der durch Sonnenstand und Jahreszeiten veränderten Temperatur der Atmosphäre empfangen. Nach den, immer sehr genauen Beobachtungen von Quetelet *) sind die täglichen Variationen schon in der Tiefe von 3⅘ Fuß nicht mehr bemerkbar; und zu Brüssel trat die höchste Temperatur in 24 Fuß tief eingesenkten Thermometern erst am 10. December, die niedrigste am 15. Juni ein. Auch in den schönen Versuchen, die Forbes in der Nähe von Edinburg über das Leitungsvermögen verschiedener Gebirgsarten anstellte, traf das Maximum der Wärme im basaltartigen Trapp von Calton-Hill erst am 8. Januar in 23 Fuß Tiefe ein. †) Nach der vieljährigen Reihe von Beobachtungen Arago's im Garten der Pariser Sternwarte sind im Laufe eines ganzen Jahres noch sehr kleine Temperatur-Unterschiede bis 28 Fuß unter der Oberfläche bemerkbar gewesen. Eben so fand sie Bravais noch 1° in 26½ Fuß Tiefe im hohen Norden zu Bossekop in Finmark (Br. 69° 58′). Der Unterschied zwischen den höchsten und niedrigsten Temperaturen des Jahres ist um so kleiner, je tiefer man hinabsteigt. Nach Fourrier nimmt dieser Unterschied in geometrischer Reihe ab, wenn die Tiefe in arithmetischer wächst.

Die invariable Erdschicht ist in Hinsicht ihrer Tiefe (ihres Abstandes von der Oberfläche) zugleich abhängig von der Polhöhe, von der Leitungsfähigkeit des umgebenden Gesteins, und der Größe des Temperatur-Unterschiedes zwischen der heißesten und kältesten Jahreszeit. In der Breite von Paris (48° 50′) werden herkömmlich die Tiefe und Temperatur der Caves de l'Observatoire (86 Fuß und 11°,834) für Tiefe und Temperatur der invariablen Erdschicht gehalten. Seitdem (1783) Cassini und Legentil ein sehr genaues Quecksilber-Thermometer in jenen unterirdischen Räumen, welche Theile alter Steinbrüche sind, aufgestellt haben, ist der Stand des Quecksilbers in der Röhre um 0°,22 gestiegen. ‡) Ob die Ursach dieses Steigens einer zufälligen Veränderung der Thermometer-Scala, die jedoch von Arago 1817 mit der ihm eigenen Sorgfalt berichtigt

*) Quetelet im Bulletin de l'Acad. de Bruxelles 1836 p. 75.

†) Forbes, Exper. on the temperature of the Earth at different depths in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 2, p. 189.

‡) Alle Zahlen die Temperatur der Caves de l'Observatoire betreffend sind aus Poisson, Théorie mathématique de la Chaleur p. 415 und 462 entlehnt. Dagegen enthält das Annuaire météorologique de la France von Martins und Haeghens 1849 p. 88 abweichende Correctionen des Lavoisier'schen unterirdischen Thermometers durch Gay-Lussac. Im Mittel aus 3 Ablesungen (Junius bis August) gab jenes Thermometer 12°,193: wenn Gay-Lussac die Temperatur zu 11°,843 fand; also Differenz 0°,350.

worden ist, oder wirklich einer Wärme-Erhöhung zugeschrieben werden müsse: ist noch unentschieden. Die mittlere Temperatur der Luft in Paris ist 10°,822. Bravais glaubt, daß das Thermometer in den Caves de l'Observatoire schon unter der der Grenze der invariablen Erdschicht stehe, wenn gleich Cassini noch Unterschiede von zwei Hunderttheilen eines Grades zwischen der Winter- und Sommer-Temperatur finden wollte,*) aber freilich die wärmere Temperatur im Winter. Wenn man das Mittel vieler Beobachtungen der Bodenwärme zwischen den Parallelen von Zürich (47° 22′) und Upsala (59° 51′) nimmt, so erhält man für 1° Temperatur-Zunahme die Tiefe von 67½ Fuß. Die Unterschiede der Breite steigen nur auf 12 bis 15 Fuß Tiefe, und zwar ohne regelmäßige Veränderung von Süden nach Norden, weil der gewiß vorhandene Einfluß der Breite sich in diesen, noch zu engen Grenzen der Verschiedenheit der Tiefen mit dem Einfluß der Leitungsfähigkeit des Bodens und der Fehler der Beobachtung vermischt.

Da die Erdschicht, in der man anfängt keine Temperatur-Veränderung mehr den ganzen Jahres-Cyclus hindurch zu bemerken, nach der Theorie der Wärme-Vertheilung um so weniger von der Oberfläche entfernt liegt, als die Maxima und Minima der Jahres-Temperatur weniger von einander verschieden sind; so hat diese Betrachtung meinen Freund, Herrn Boussingault, auf die scharfsinnige und bequeme Methode geleitet, in der Tropengegend, besonders 10 Grad nördlich und südlich vom Aequator, die mittlere Temperatur eines Ortes durch die Beobachtung eines Thermometers zu bestimmen, das 8 bis 12 Zoll in einem bedeckten Raume eingegraben ist. Zu den verschiedensten Stunden, ja in verschiedenen Monaten (wie die Versuche vom Oberst Hall nahe am Littoral des Choco, in Tumaco; die von Salaza in Quito; die von Boussingault in la Vega de Zupia, Marmato und Anserma Nuevo im Cauca-Thale beweisen), hat die Temperatur nicht um zwei Zehntel eines Grades variirt; und fast in denselben Grenzen ist sie identisch mit der mittleren Temperatur der Luft an solchen Orten gewesen, wo letztere aus stündlichen Beobachtungen hergeleitet worden ist. Dazu blieb diese Identität, was überaus merkwürdig scheint, sich vollkommen gleich: die thermometrischen Sonden (von weniger als 1 Fuß Tiefe) mochten am heißen Ufer der Südsee in Guayaquil und Payta, oder in einem Indianer-Dörfchen am Abhange des Vulkans von Purace, das ich nach meinen Barometer-Messungen 1356 Toisen (2643,2 Meter) hoch über dem Meere gefunden habe, angestellt werden. Die mittleren Temperaturen waren in diesen Höhen-Abständen um volle 14° verschieden.†)

Eine besondere Aufmerksamkeit verdienen, glaube ich, zwei Beobachtungen, die ich in den Gebirgen von Peru und Mexico gemacht habe: in Bergwerken, welche höher liegen als der Gipfel des Pic von Teneriffa; höher als alle, in die man wohl bis dahin je ein Thermometer getragen hatte. Mehr als zwölftausend Fuß über dem Meeresspiegel habe ich die unterirdische Luft 14° wärmer als die äußere gefunden. Das peruanische Städtchen

*) Cassini in den Mém. de l'Acad. des Sciences 1786 p. 511.

†) Boussingault "sur la profondeur à laquelle on trouve dans la zone torride la couche de température invariable", in den Annales de Chimie et de Physique T. LIII. 1833 p. 225—247. Einwendungen gegen die in dieser Abhandlung empfohlene und in Südamerika durch so viele genaue Versuche bewährte Methode sind von John Caldecott, dem Astronomen des Rajah von Travancore, und vom Cap. Newbold in Indien gemacht worden. Der Erstere fand zu Trevandrum (Edinb. Transact. Vol. XVI. Part 3 p. 379—393) die Boden-Temperatur in 3 Fuß Tiefe und darunter (also tiefer, als Boussingault vorschreibt) 85° und 86° Fahr., wenn die mittlere Luft-Temperatur zu 80°,02 Fahr. angegeben wird. Newbold's Versuche (Philos. Transact. for the year 1845 Part 1, p. 133) zu Bellary (Br. 15° 5′) gaben für 1 Fuß Tiefe von Sonnen-Aufgang bis 2 U. nach der Culmination noch eine Temperatur-Vermehrung von 4, aber zu Cassargode (Br. 12° 29′) bei bewölktem Himmel von 1½ Fahrenheit'schen Graden. Sollten die Thermometer wohl gehörig bedeckt, vor der Insolation geschützt gewesen sein? Vergl. auch D. Forbes, Exper. on the temp. of the Earth at different depths in den Edinb. Transact. Vol. XVI. Part 2. p 189. Oberst Acosta, der verdiente Geschichtsschreiber von Neu-Granada, hat seit einem Jahre zu Guaduas am südwestlichen Abfall des Hochlandes von Bogota, wo die mittlere Temperatur des Jahres 23°,8 ist, in 1 Fuß Tiefe, und zwar in einem bedeckten Raume, eine lange Reihe von Beobachtungen gemacht, welche Boussingault's Behauptung vollkommen bekräftigen. Letzterer meldet: "Les Observations du Colonel Acosta, dont Vous connaissez la grande précision en tout ce qui intéresse la Météorologie, prouvent que. *dans les conditions d'abri*, la Température reste constante entre les tropiques à une très petite profondeur."

Micuipampa*) liegt nämlich nach meinen astronomischen und hypsometrischen Beobachtungen in der südlichen Breite von 6° 43′ und in der Höhe von 1857 Toisen, am Fuß des, wegen seines Silberreichthums berühmten Cerro de Gualgayoc. Der Gipfel dieses fast isolirten, sich castellartig und malerisch erhebenden Berges ist 240 Toisen höher als das Straßenpflaster des Städtchens Micuipampa. Die äußere Luft war fern vom Stollen-Mundloch der Mina del Purgatorio 5°,7; aber in dem Inneren der Grubenbaue, ohngefähr 2057 Toisen (12342 Fuß) Höhe über dem Meere, sah ich das Thermometer überall die Temperatur von 19°,8 anzeigen: Differenz 14°,1. Das Kalkgestein war vollkommen trocken, und sehr wenige Bergleute arbeiteten dort. In der Mina de Guadalupe, die in derselben Höhe liegt, fand ich die innere Luft-Temperatur 14°,4: also Differenz gegen die äußere Luft 8°,7. Die Wasser, welche hier aus der sehr nassen Grube hervorströmten, hatten 11°,3. Die mittlere jährliche Luft-Temperatur von Micuipampa ist wahrscheinlich nicht über 7°½. In Mexico, in den reichen Silberbergwerken von Guanaxuato, fand ich in der Mina de Valenciana †) die äußere Luft-Temperatur in der Nähe des Tiro Nuevo (7122 Fuß über dem Meere) 21°,2; und die Grubenluft im Tiefsten, in den Planes de San Bernardo (1530 Fuß unter der Oeffnung des Schachtes Tiro Nuevo) volle 27°: ohngefähr die Mittel-Temperatur des Littorals am mexicanischen Meerbusen. In einer Strecke, welche 138 Fuß höher als die Sohle der Planes de San Bernardo liegt, zeigt sich, aus dem Quer-Gestein ausbrechend, eine Quelle mit der Wärme von 29°,3. Die von mir bestimmte nördliche Breite der Bergstadt Guanaxuato ist 21° 0′, bei einer Mittel-Temperatur, welche ohngefähr zwischen 15°,8 und 16°,2 fällt. Es würde ungeeignet sein hier über die Ursachen vielleicht ganz localer Erhöhung der unterirdischen Temperatur in Gebirgshöhen von sechs- bis zwölftausend Fuß, schwer zu begründende Vermuthungen aufzustellen.

Einen merkwürdigen Contrast bieten die Verhältnisse des Bodeneises in den Steppen des nördlichen Asiens dar. Trotz der frühesten Zeugnisse von Gmelin und Pallas war selbst die Existenz desselben in Zweifel gezogen worden. Ueber die Verbreitung und Dicke der Schicht des unterirdischen Eises hat man erst in der neuesten Zeit durch die trefflichen Untersuchungen von Erman, Baer und Middendorff richtige Ansichten gewonnen. Nach den Schilderungen von Grönland durch Cranz, von Spitzbergen durch Martens und Phipps, der Küsten des karischen Meeres von Sujew, wurde durch unvorsichtige Verallgemeinerung der ganze nördlichste Theil von Sibirien als vegetationsleer, an der Oberfläche stets gefroren, und mit ewigem Schnee selbst in der Ebene bedeckt beschrieben. Die äußerste Grenze hohen Baumwuchses ist im nördlichen Asien nicht, wie man lange annahm und wie Seewinde und die Nähe des Obischen Meerbusens es bei Obdorsk veranlassen, der Parallel von 67°; das Flußthal des großen Lena-Stromes hat hohe Bäume bis zur Breite von 71°. In der Einöde der Inseln von Neu-Sibirien finden große Heerden von Rennthieren und zahllose Lemminge noch hinlängliche Nahrung. ‡) Die zwei sibirischen Reisen von Middendorff, welchen Beobachtungsgeist, Kühnheit im Unternehmen und Ausdauer in mühseliger Arbeit auszeichnen, waren 1843 bis 1846 nördlich im Taymir-Lande bis zu 75°¾ Breite und süd-östlich bis an den Oberen Amur und das Ochotskische Meer gerichtet. Die erste so gefahrvoller Reisen hatte den gelehrten Naturforscher in eine bisher ganz unbesuchte Region geführt. Sie bot um so mehr Wichtigkeit dar, als diese Region gleich weit von der Ost- und Westküste des Alten Continents entfernt ist. Neben der Verbreitung der Organismen im höchsten Norden, als hauptsächlich von klimatischen Verhältnissen abhängig, war im Auftrage der Petersburger Akademie der Wissen-

---

*) Ueber Gualgayoc (oder Minas de Chota) und Micuipampa s. Humboldt, Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 324.

†) Essai polit. sur le Roy. de la Nouv. Espagne (2me éd.) T. III. p. 201.

‡) C. von Baer in Middendorff's sibirischer Reise Bd. I. S. VII.

schaften die genaue Bestimmung der Boden-Temperatur und der Dicke des unterirdischen Bodeneises ein Hauptzweck der Expedition. Es wurden Untersuchungen angestellt in Bohrlöchern und Gruben von 20 bis 57 Fuß Tiefe, an mehr denn 12 Punkten (bei Turuchansk, am Jenisei und an der Lena), in relativen Entfernungen von vier- bis fünfhundert geographischen Meilen.

Der wichtigste Gegenstand solcher geothermischen Beobachtungen blieb aber der Schergin-Schacht *) zu Jakutsk (Br. 62° 2′). Hier war eine unterirdische Eisschicht durchbrochen worden in der Dicke von mehr als 358 Par. Fuß (382 engl. Fuß). Längs den Seitenwänden des Schachtes wurden Thermometer an 11 über einander liegenden Punkten zwischen der Oberfläche und dem Tiefsten des Schachtes, den man 1837 erreichte, eingesenkt. In einem Eimer (Kübel) stehend, einen Arm beim Herablassen an einem Seil befestigt, mußte der Beobachter die Thermometer-Scalen ablesen. Die Reihe der Beobachtungen, deren mittleren Fehler man nur zu 0°,25 anschlägt, umfaßte den Zeitraum vom April 1844 bis Juni 1846. Die Abnahme der Kälte war im einzelnen zwar nicht den Tiefen proportional; doch fand man folgende, im ganzen zunehmende Mittel-Temperaturen der über einander liegenden Eisschichten:

50 engl. Fuß	—6°,61 R.
100 „ „	—5,22
150 „ „	—4,64
200 „ „	—3,88
250 „ „	—3,34
382 „ „	—2,40

Nach einer sehr gründlichen Discussion aller Beobachtungen bestimmt Middendorff die allgemeine Temperatur-Zunahme †) für 1 Grad Réaumur zu 100 bis 117 engl. Fußen,

*) Der Kaufmann Fedor Schergin, Verwalter vom Comptoir der russisch-amerikanischen Handlungs-Gesellschaft, fing im Jahr 1828 an in dem Hofe eines dieser Gesellschaft gehörigen Hauses einen Brunnen zu graben. Da er bis zu der Tiefe von 90 Fuß, die er 1830 erreichte, nur gefrorenes Erdreich und kein Wasser fand, so gab er die Arbeit auf: bis der Admiral Wrangel, der auf seinem Wege nach Sitcha im russischen Amerika Jakutsk berührte, und einsah, welches große wissenschaftliche Interesse an die Durchsenkung der unterirdischen Eisschicht geknüpft sei, Herrn Schergin aufforderte das Vertiefen des Schachtes fortzusetzen. So erreichte derselbe bis 1837 volle 382 englische Fuß unter der Oberfläche, immer im Eise bleibend.

†) Middendorff, Reise in Sib. Bd. I. S. 125—133. „Schließen wir," sagt Middendorff, „diejenigen Tiefen aus, welche noch nicht ganz 100 Fuß erreichen, weil sie nach den bisherigen Erfahrungen in Sibirien in den Bereich der jährlichen Temperatur-Veränderungen gehören; so bleiben doch noch solche Anomalien in der partiellen Wärme-Zunahme, daß dieselben für 1° R. von 150 zu 200 F. nur 66, von 250 bis 300 F. dagegen 217 engl. Fuß betragen. Wir müssen uns also bewogen fühlen auszusprechen, daß die bisherigen Ergebnisse der Beobachtung im Schergin-Schachte keineswegs genügen, um mit Sicherheit das Maaß der Temperatur-Zunahme zu bestimmen; daß jedoch (trotz der großen Abweichungen, die in der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Erdschichten, in dem störenden Einflusse der äußeren herabsinkenden Luft oder der Tagewasser gegründet sein können) die Temperatur-Zunahme auf 1° R. nicht mehr als 100 bis 117 englische Fuß betrage." Das Resultat 117 engl. Fuß ist das Mittel aus den 6 partiellen Temperatur-Zunahmen (von 50 zu 50 Fuß) zwischen 100 und 382 Fuß Schachttiefe. Vergleiche ich die Luft-Temperatur des Jahres zu Jakutsk (— 8°,13 R.) mit der durch Beobachtung gegebenen mittleren Temperatur des Eises (2°,40 R.) in der größten Tiefe (382 engl. Fuß), so finde ich 66⅔ engl. Fuß für 1° R. Hundert Fuß giebt die Vergleichung des Tiefsten mit der Temperatur, welche in 100 Fuß Schachttiefe herrscht. Aus den scharfsinnigen numerischen Untersuchungen von Middendorff und Peters über die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit der atmosphärischen Temperatur-Veränderungen, über Kälte- und Wärme-Gipfel (Middend. S. 133—157 und 168—175) folgt: daß in den verschiedenen Bohrlöchern, in den geringen oberen Tiefen von 7 bis 20 Fuß, „ein Steigen der Temperatur vom März bis October, und ein Sinken der Temperatur vom November bis April statt findet, weil Frühjahr und Herbst die Jahreszeiten sind, in welchen die Veränderungen der Luft-Temperatur am bedeutendsten sind" (S. 142 und 145.) Selbst sorgfältig verdeckte Gruben kühlen sich in Nord-Sibirien allmälig aus durch vieljährige Berührung der Luft mit den Schachtwänden. Im Schergin-Schachte hat jedoch in 13 Jahren diese Berührung kaum ½ Grad Temperatur-Erniedrigung hervorgebracht. Eine merkwürdige und bisher unerklärte Erscheinung, die sich auch in dem Schergin-Schachte dargeboten hat, ist die Erwärmung, welche man im Winter bisweilen in den tieferen Schichten allein bemerkt hat, „ohne nachweisbaren Einfluß von außen" (S. 156 und 178). Noch auffallender scheint es mir, daß im Bohrloch zu Wedensk an der Päsina bei einer Luft-Temperatur von —28° R. in der so geringen Tiefe von 5 bis 8 Fuß nur —2°,5 gefunden wurden! Die Isogeothermen, auf deren Richtung Kupffer's scharfsinnige Untersuchungen zuerst geleitet haben (Kosmos 1 Buch S. 113), werden noch lange Zeit ungelöste Probleme darbieten. Die Lösung ist besonders schwierig da, wo das vollständige Durchsinken der Bodeneis-Schicht eine langdauernde Arbeit ist. Als ein bloßes Local-Phänomen, nach des Ober-Hütten-Verwalters Slobin's Ansicht durch die aus Gewässern niedergeschlagenen Erdschichten entstanden, darf jetzt das Bodeneis bei Jakutsk nicht mehr betrachtet werden (Midd. S. 167).

also zu 75 und 88 Pariser Fuß auf 1° des hunderttheiligen Thermometers. Dieses Resultat bezeugt eine schnellere Wärme-Zunahme im Schergin-Schachte, als mehrere sehr übereinstimmende Bohrlöcher im mittleren Europa gegeben haben (s. oben S. 655). Der Unterschied fällt zwischen ¼ und ⅛. Die mittlere jährliche Temperatur von Jakutsk wurde zu —8°,13 R. (—10°,15 cent.) angenommen. Die Oscillation der Sommer- und Winter-Temperatur ist nach Newerow's funfzehnjährigen Beobachtungen (1829 bis 1844) von der Art, daß bisweilen im Juli und August 14 Tage hinter einander die Luftwärme bis 20° und 23°,4 R. (25° und 29°,3 cent.) steigt, wenn in 120 auf einander folgenden Wintertagen (November bis Februar) die Kälte zwischen 33° und 44°,8 (41°,2 und 55°,9 cent.) unter dem Gefrierpunkt schwankt. Nach Maaßgabe der bei Durchsenkung des Bodeneises gefundenen Temperatur-Zunahme ist die Tiefe unter der Erdoberfläche zu berechnen, in welcher die Eisschicht der Temperatur 0°, also der unteren Grenze des gefrorenen Erdreichs, am nächsten ist. Sie würde in dem Schergin-Schacht nach Middendorff's Angabe, welche mit der viel früheren Erman's ganz übereinstimmt, erst in 612 oder 642 Fuß Tiefe gefunden werden. Dagegen schiene nach der Temperatur-Zunahme, welche in den, freilich noch nicht 60 Fuß tiefen und kaum eine Meile von Irkutsk entfernten Mangan-, Schilow- und Dawydow-Gruben, in der hügeligen Kette des linken Lena-Ufers, beobachtet wurde, die Normal-Schicht von 0° schon in 300 Fuß, ja in noch geringerer Tiefe zu liegen.*) Ist diese Ungleichheit der Lage nur scheinbar, weil eine numerische Bestimmung, auf so unbedeutende Schachttiefen gegründet, überaus unsicher ist und die Temperatur-Zunahme nicht immer demselben Gesetze gehorcht? Ist es gewiß, daß, wenn man aus dem Tiefsten des Schergin-Schachtes eine horizontale (söhlige) Strecke viele hundert Lachter weit ins Feld triebe, man in jeder Richtung und Entfernung gefrornes Erdreich und dieses gar mit einer Temperatur von 2½ Grad unter dem Nullpunkt finden würde?

Schrenk hat das Bodeneis in 67°½ Breite im Lande der Samojeden untersucht. Um Pustojenskoy Gorodok wird das Brunnengraben durch Anwendung des Feuers beschleunigt. Mitten im Sommer fand man die Eisschicht schon in 5 Fuß Tiefe. Man konnte sie in der Dicke von 63 Fuß verfolgen, als plötzlich die Arbeit gestört ward. Ueber den nahen Landsee von Ustje konnte man 1813 den ganzen Sommer hindurch in Schlitten fahren.†) Auf meiner sibirischen Expedition mit Ehrenberg und Gustav Rose ließen wir bei Bogoslowsk (Br. 59° 44'), an dem Wege nach den Turjin'schen Gruben‡), im Ural einen Schurf in einem torfigen Boden graben. In 5 Fuß Tiefe traf man schon auf Eisstücke, die breccienartig mit gefrorener Erde gemengt waren; dann begann dichtes Eis, das in 10 Fuß Tiefe noch nicht durchsenkt wurde.

Die geographische Erstreckung des Eisbodens: d. i. der Verlauf der Grenze, an der man im hohen Norden von der skandinavischen Halbinsel an bis gegen die östlichen Küsten Asiens im August und also das ganze Jahr hindurch in gewisser Tiefe Eis und gefrorenes Erdreich findet; ist nach Middendorff's scharfsinniger Verallgemeinerung des Beobachteten, wie alle geothermischen Verhältnisse, noch mehr von örtlichen Einflüssen abhängig als die Temperatur des Luftkreises. Der Einfluß der letzteren ist im ganzen gewiß der entscheidendste; aber die Isogeothermen sind, wie schon Kupffer bemerkt hat, in ihren convexen und concaven Krümmungen nicht den klimatischen Isothermen, welche von den Temperatur-Mitteln der Atmosphäre bestimmt werden, parallel. Das Eindringen der aus der Atmosphäre tropfbar niedergeschlagenen Dämpfe, das Aufsteigen warmer

*) Middendorff Bd. I. S. 160, 164 und 179. In diesen numerischen Angaben und Vermuthungen über die Dicke des Eisbodens wird eine Zunahme der Temperatur nach arithmetischer Progression der Tiefen vorausgesetzt. Ob in größeren Tiefen eine Verlangsamung der Wärme-Zunahme eintrete, ist theoretisch ungewiß; und daher von spielenden Berechnungen über die Temperatur des Erd-Centrums in Strömung erregenden geschmolzenen heterogenen Gebirgsmassen abzurathen.

†) Schrenk's Reise durch die Tundern der Samojeden 1848 Th. I. S. 597.

‡) Gustav Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 428.

Quellwasser aus der Tiefe, und die so verschiedene wärmeleitende Kraft des Bodens*) scheinen besonders wirksam zu sein. „An der nördlichsten Spitze des europäischen Continents, in Finmarken, unter 70° und 71° Breite, ist noch kein zusammenhangender Eisboden vorhanden. Ostwärts in das Flußthal des Obi eintretend, 5 Grade südlicher als das Nordcap, findet man Eisboden in Obdorsk und Beresow. Gegen Ost und Südost nimmt die Kälte des Bodens zu: mit Ausnahme von Tobolsk am Irtisch, wo die Temperatur des Bodens kälter ist als bei dem 1° nördlicheren Witimsk im Lena-Thale. Turuchansk (65° 54′) am Jenesei liegt noch auf ungefrorenem Boden, aber ganz nahe der Grenze des Eisbodens. Amginsk, südöstlich von Jakutsk, hat einen eben so kalten Boden als das 5° nördlichere Obdorsk; eben so ist Oleminsk am Jenisei. Vom Obi bis zum Jenisei scheint sich die Curve des anfangenden Bodeneises wieder um ein paar Breitengrade nordwärts zu erheben: um dann, in ihrem südlich gewandten Verlaufe, das Lena-Thal fast 8° südlicher als den Jenisei zu durchschneiden. Weiter hin in Osten steigt die Linie wiederum in nördlicher Richtung an." †) Kupffer, der die Gruben von Nertschinsk besucht hat, deutet darauf hin, daß, abgesehen von der zusammenhangenden nördlichen Gesammtmasse des Eisbodens, es in südlicheren Gegenden auch ein inselförmiges Auftreten des Phänomens giebt. Im allgemeinen ist dasselbe von den Vegetations-Grenzen und dem Vorkommen hohen Baumwuchses vollkommen unabhängig.

Es ist ein bedeutender Fortschritt unseres Wissens, nach und nach eine generelle, ächt kosmische Uebersicht der Temperatur-Verhältnisse der Erdrinde im nördlichen Theile des alten Continents zu erlangen; und zu erkennen, daß unter verschiedenen Meridianen die Grenze des Bodeneises, wie die Grenzen der mittleren Jahres-Temperatur und des Baumwuchses, in sehr verschiedenen Breiten liegt, wodurch perpetuirliche Wärme-Strömungen im Inneren der Erde erzeugt werden müssen. Im nordwestlichsten Theile von America fand Franklin den Boden, Mitte August, schon in einer Tiefe von 16 Zoll gefroren. Richardson sah an einem östlicheren Punkte der Küste, in 71° 12′ Breite, die Eisschicht im Julius aufgethaut bis 3 Fuß unter der krautbedeckten Oberfläche. Mögen wissenschaftliche Reisende uns bald allgemeiner über die geothermischen Verhältnisse in diesem Erdtheile und in der südlichen Hemisphäre unterrichten! Einsicht in die Verkettung der Phänomene leitet am sichersten auf die Ursachen verwickelt scheinender Anomalien; auf das was man voreilig Ungesetzlichkeit nennt.

c. Magnetische Thätigkeit des Erdkörpers in ihren drei Kraftäußerungen: der Intensität, der Neigung und der Abweichung. — Punkte (magnetische Pole genannt), in denen die Neigung 90° ist. — Curve, auf der keine Neigung beobachtet wird. (Magnetischer Aequator.) — Vier Punkte der größten, aber unter sich verschiedenen Intensität. — Curve der schwächsten Intensität. — Außerordentliche Störungen der Declination (magnetische Gewitter). — Polarlicht.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 90—104; 2. Buch S. 371—372; 3. Buch S. 539 und 540.)

Die magnetische Constitution unseres Planeten kann nur aus den vielfachen Manifestationen der Erdkraft, in so fern sie meßbare Verhältnisse im Raume und in der Zeit darbieten, geschlossen werden. Diese Manifestationen haben das Eigen-

*) Vergl. meines Freundes G. von Helmersen Versuche über die relative Wärme-Leitungsfähigkeit der Felsarten (Mém. de l'Académie de St. Petersbourg: Mélanges physiques et chimiques 1851 p. 32).

†) Middendorff Bd. I. S. 166 verglichen mit S. 179. „Die Curve des anfangenden Eisbodens scheint in Nord-Asien zwei gegen Süden convexe Scheitel: einen schwach gekrümmten am Obi und einen sehr bedeutenden an der Lena, zu haben. Die Grenze des Eisbodens läuft von Beresow am Obi gegen Turuchansk am Jenisei; dann zieht sie sich zwischen Witimsk und Olekminsk auf das rechte Ufer der Lena, und, zum Norden hinansteigend, ostwärts."

thümliche, daß sie ein ewig Veränderliches der Phänomene darbieten, und zwar in einem weit höheren Grade noch als Temperatur, Dampfmenge und electrische Tension der unteren Schichten des Luftkreises. Ein solcher ewiger Wechsel in den mit einander verwandten magnetischen und electrischen Zuständen der Materie unterscheidet auch wesentlich die Phänomene des Electro-Magnetismus von denen, welche durch die primitive Grundkraft der Materie, ihrer Molecular- und Massen-Anziehung bei unveränderten Abständen bedingt werden. Ergründung des Gesetzlichen in dem Veränderlichen ist aber das nächste Ziel aller Untersuchung einer Kraft in der Natur. Wenn auch durch die Arbeiten von Coulomb und Arago erwiesen ist, daß in den verschiedenartigsten Stoffen der electro-magnetische Proceß erweckt werden kann, so zeigt sich in Faraday's glänzender Entdeckung des Diamagnetismus, in den Unterschieden nord-südlicher und ost-westlicher Achsenstellung doch wieder der, aller Massen-Anziehung fremde Einfluß der Heterogeneität der Stoffe. Sauerstoffgas, in eine dünne Glasröhre eingeschlossen, richtet sich unter Einwirkung eines Magneten, paramagnetisch, wie Eisen, nord-südlich; Stickstoff-, Wasserstoff- und kohlensaures Gas bleiben unerregt; Phosphor, Leder und Holz richten sich, diamagnetisch, äquatorial von Osten nach Westen.

In dem griechischen und römischen Alterthume kannte man: Festhalten des Eisens am Magnetstein; Anziehung und Abstoßung; Fortpflanzung der anziehenden Wirkung durch eherne Gefäße wie auch durch Ringe *), die einander kettenförmig tragen, so lange die Berührung eines Ringes am Magnetstein dauert; Nicht-Anziehen des Holzes oder anderer Metalle als Eisens. Von der polarischen Richtkraft, welche der Magnetismus einem beweglichen, für seinen Einfluß empfänglichen Körper mittheilen könne, wußten die westlichen Völker (Phönicier, Tusker, Griechen und Römer) nichts. Die Kenntniß dieser Richtkraft, welche einen so mächtigen Einfluß auf die Vervollkommnung und Ausdehnung der Schifffahrt ausgeübt, ja dieser materiellen Wichtigkeit wegen so anhaltend zu der Erforschung einer allverbreiteten und doch vorher wenig beachteten Naturkraft angereizt hat, finden wir bei jenen westlichen europäischen Völkern erst seit dem 11ten und 12ten Jahrhunderte. In der Geschichte und Aufzählung der Hauptmomente physischer Weltanschauung †) hat das, was wir hier summarisch unter Einen Gesichtspunkt stellen, mit Angabe der einzelnen Quellen, in mehrere Abschnitte vertheilt werden müssen.

Bei den Chinesen sehen wir Anwendung der magnetischen Richtkraft, Benutzung der Süd- und Nord-Weisung durch auf dem Wasser schwimmende Magnetnadeln bis zu einer Epoche hinaufsteigen, welche vielleicht noch älter ist als die dorische Wanderung und die Rückkehr der Herakliden in den Peloponnes. Auffallend genug scheint es dazu, daß der Gebrauch der Süd-Weisung der Nadel im östlichsten Asien nicht in der Schifffahrt, sondern bei Landreisen angefangen hat. In dem Vordertheil der magnetischen Wagen bewegte eine frei schwimmende Nadel Arm und Hand einer kleinen Figur, welche nach dem Süden hinwies. Ein solcher Apparat, fse-nan (Andeuter des Südens) genannt, wurde unter der Dynastie der Tscheu 1100 Jahre vor unserer Zeitrechnung Gesandten von Tunkin und Cochinchina geschenkt, um ihre Rückkehr durch große Ebenen zu sichern. Der Magnetwagen ‡) bediente man sich noch bis in das

*) Die Hauptstelle von der magnetischen Kette von Ringen ist im Platonischen Ion pag. 533 D, E ed. Steph. Später erwähnen dieser Fortpflanzung der anziehenden Wirkung außer Plinius (XXXIV, 14) und Lucrez (VI, 910) auch Augustinus (de civitate Dei XX 4) und Philo (de Mundi opificio pag. 32 D ed. 1691).

†) Kosmos 1. Buch S. 96, 2. B. S. 325 u. 338.

‡) Vergl. Humboldt, Asie centrale T. I. pag. XL—XLII und Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. III. pag. 35. Eduard Biot, der die Klaproth'schen Untersuchungen über das Alter des Gebrauchs der Magnetnadel in China durch mühsame bibliographische Studien, theils allein, theils mit Beihülfe meines gelehrten Freundes Stanislas Julien, bekräftigt und erweitert hat, führt eine ältere Tradition an, die sich aber erst bei Schriftstellern aus den ersten christlichen Jahrhunderten findet, nach welcher Magnetwagen schon unter dem Kaiser Hoang-ti gebraucht wurden. Dieser berühmte Monarch soll 2600 Jahre vor unserer Zeitrechnung (d. i. tausend Jahre vor der Vertreibung der Hyksos aus Aegypten) regiert haben. Ed. Biot sur la direction de l'aiguille aimantée en Chine in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XIX, 1844, p. 362.

15te Jahrhundert nach Christus. Mehrere derselben wurden im kaiserlichen Pallaste aufbewahrt und bei Erbauung buddhistischer Klöster zur Orientirung der Hauptseiten der Gebäude benutzt. Die häufige Anwendung eines magnetischen Apparats leitete allmälig die Scharfsinnigeren unter dem Volke auf physikalische Betrachtungen über die Natur der magnetischen Erscheinungen. Der chinesische Lobredner der Magnetnadel, Kuopho (ein Schriftsteller aus dem Zeitalter Constantins des Großen), vergleicht, wie ich schon an einem andern Orte angeführt, die Anziehungskraft des Magnets mit der des geriebenen Bernsteins. Es ist nach ihm „wie ein Windeshauch, der beide geheimnißvoll durchweht und pfeilschnell sich mitzutheilen vermag." Der symbolische Ausdruck Windeshauch erinnert an den gleich symbolischen der Beseelung, welche im griechischen Alterthume der Gründer der ionischen Schule, Thales, beiden attractorischen Substanzen zuschrieb.*) Seele heißt hier das innere Princip bewegender Thätigkeit.

Da die zu große Beweglichkeit der chinesischen schwimmenden Nadeln die Beobachtung und das Ablesen erschweren; so wurden sie schon im Anfang des 12ten Jahrhunderts (nach Chr.) durch eine andere Vorrichtung ersetzt, in welcher die nun in der Luft frei schwingende Nadel an einem feinen baumwollenen oder seidenen Faden hing: ganz nach Art der suspension à la Coulomb, welcher sich im westlichen Europa zuerst Gilbert bediente. Mit einem solchen vervollkommneten Apparate †) bestimmten die Chinesen ebenfalls schon im Beginn des 12ten Jahrhunderts die Quantität der westlichen Abweichung, die in dem Theile Asiens nur sehr kleine und langsame Veränderungen zu erleiden scheint. Von dem Landgebrauche ging endlich der Compaß zur Benutzung auf dem Meere über. Unter der Dynastie der Tsin im 4ten Jahrhundert unserer Zeitrechnung besuchen chinesische Schiffe, vom Compaß geleitet, indische Häfen und die Ostküste von Afrika.

Schon zwei Jahrhunderte früher, unter der Regierung des Marcus Aurelius Antoninus (An-tun bei den Schriftstellern der Dynastie der Han genannt), waren römische Legaten zu Wasser über Tunkin nach China gekommen. Aber nicht durch eine so vorübergehende Verbindung, sondern erst als sich der Gebrauch der Magnetnadel in dem ganzen indischen Meere an den persischen und arabischen Küsten allgemein verbreitet hatte, wurde derselbe im zwölften Jahrhundert (sei es unmittelbar durch den Einfluß der Araber, sei es durch die Kreuzfahrer, die seit 1096 mit Aegypten und dem eigentlichen Orient in Berührung kamen) in das europäische Seewesen übertragen. Bei historischen Untersuchungen der Art ist mit Gewißheit nur die Epoche festzusetzen, welche man als die späteste Grenzzahl betrachten kann. In dem politisch-satirischen Gedichte des Guyot von Provins wird (1199) von dem Seecompaß als von einem in der Christenwelt längst bekannten Werkzeuge gesprochen; eben dies ist der Fall in der Beschreibung von Palästina, die wir dem Bischof von Ptolemais, Jacob von Vitry, verdanken und deren Vollendung zwischen 1204 und 1215 fällt. Von der Magnetnadel geleitet, schifften die Catalanen nach den nord-schottischen Inseln wie an die Westküste des tropischen Afrika, die Basken auf den Wallfischfang, die Normannen nach den Azoren, den Bracir-Inseln des Piciganō. Die spanischen Leyes de las Partidas (del sabio Rey Don Alonso el nono), aus der ersten Hälfte des

*) Kosmos, 1. B. S. 96. Aristoteles selbst (de Anima I, 2) spricht nur von der Beseelung des Magnetsteins als einer Meinung des Thales. Diogenes Laertius dehnt aber die Meinung bestimmt auf den Bernstein aus, indem er sagt: „Aristoteles und Hippias behaupten von der Lehre des Thales . . . ." Der Sophist Hippias aus Elis, der alles zu wissen wähnte, beschäftigte sich mit Naturkunde, und so auch mit den ältesten Traditionen aus der physiologischen Schule. Der „anziehende Windeshauch", welcher, nach dem chinesischen Physiker Kuepho, „den Magnet und den Bernstein durchweht", erinnert, nach Buschmann's mexicanischen Sprachuntersuchungen, an den aztekischen Namen für den Magnet: tlaihioanani tetl, bedeutend: „der durch den Hauch an sich ziehende Stein" (von ihiotl Hauch, Athem, und ana ziehen).

†) Was Klaproth über diesen merkwürdigen Apparat dem Penthsaovan entnommen, ist umständlicher in dem Mung-khi-pi-than aufgefunden worden; Comptes rendus T. XIX, p. 365. Warum wird wohl in dieser letzteren Schrift, wie auch in einem chinesischen Kräuterbuche gesagt: die Cypresse weist nach dem Westen, und allgemeiner: die Magnetnadel weist nach dem Süden? Ist hier eine üppigere Entwicklung der Zweige nach Sonnenstand oder vorherrschender Windrichtung gemeint?

dreizehnten Jahrhunderts, rühmen die Nadel als „treue Vermittlerinn (medianera) zwischen dem Magnetsteine (la piedra) und dem Nordstern." Auch Gilbert, in seinem berühmten Werke: de Magnete Physiologia nova, spricht vom Seecompaß als einer chinesischen Erfindung, setzt aber unvorsichtig hinzu: daß sie Marco Polo, qui apud Chinas artem pyxidis didicit, zuerst nach Italien brachte. Da Marco Polo seine Reisen erst 1271 began und 1295 zurückkehrte, so beweisen die Zeugnisse von Guyot de Provins und Jaques de Vitry, daß wenigstens schon 60 bis 70 Jahre vor der Abreise des Marco Polo nach dem Compaß in europäischen Meeren geschifft wurde. Die Benennungen zohron und aphron, die Vincenz von Beauvais in seinem Naturspiegel dem südlichen und nördlichen Ende der Magnetnadel (1254) gab, deuten auch auf eine Vermittelung arabischer Piloten, durch welche die Europäer die chinesische Boussole erhielten. Sie deuten auf dasselbe gelehrte und betriebsame Volk der asiatischen Halbinsel, dessen Sprache auf unsern Sternkarten nur zu oft verstümmelt erscheint.

Nach dem, was ich hier in Erinnerung gebracht, kann es wohl keinem Zweifel unterworfen sein, daß die allgemeine Anwendung der Magnetnadel auf der oceanischen Schifffahrt der Europäer seit dem zwölften Jahrhundert (und wohl noch früher in eingeschränkterem Maaße) von dem Becken des Mittelmeeres ausgegangen ist. Den wesentlichsten Antheil daran haben die maurischen Piloten, die Genueser, Venetianer, Mayorcaner und Catalanen gehabt. Die letzten waren unter Anführung ihres berühmten Seemannes Don Jaime Ferrer 1346 bis an den Ausfluß des Rio de Ouro (N. Br. 23° 40′) an der Westküste von Afrika gelangt; und, nach dem Zeugniß von Raymundus Lullus (in seinem nautischen Werke Fenix de las maravillas del orbe 1286), bedienten sich schon lange vor Jaime Ferrer die Barceloneser der Seekarten, Astrolabien und Seecompasse.

Von der Quantität der, gleichzeitig durch Uebertragung aus China, den indischen, malayischen und arabischen Seefahrern bekannten magnetischen Abweichung (Variation nannte man das Phänomen früh, ohne allen Beisatz) hatte sich die Kunde natürlich ebenfalls über das Becken des Mittelmeeres verbreitet. Dieses, zur Correction der Schiffsrechnung so unentbehrliche Element wurde damals weniger durch Sonnen-Auf- und Untergang als durch den Polarstern, und in beiden Fällen sehr unsicher, bestimmt; doch auch bereits auf Seekarten getragen: z. B. auf die seltene Karte von Andrea Bianco, die im Jahre 1436 entworfen ist. Columbus, der eben so wenig als Sebastian Cabot zuerst die magnetische Abweichung erkannte, hatte das große Verdienst, am 13. Sept. 1492 die Lage einer Linie ohne Abweichung 2½ Grad östlich von der azorischen Insel Corvo astronomisch zu bestimmen. Er sah, indem er in dem westlichen Theile des atlantischen Oceans vordrang, die Variation allmälig von Nordost in Nordwest übergehen. Diese Bemerkung leitete ihn schon auf den Gedanken, der in späteren Jahrhunderten so viel die Seefahrer beschäftigt hat: durch die Lage der Variations-Curven, welche er noch dem Meridian parallel wähnte, die Länge zu finden. Man erfährt aus seinen Schiffsjournalen, daß er auf der zweiten Reise (1496), seiner Lage ungewiß, sich wirklich durch Declinations-Beobachtungen zu orientiren suchte. Die Einsicht in die Möglichkeit einer solchen Methode war gewiß auch „das untrügliche Geheimniß der See-Länge, welches durch besondere göttliche Offenbarung zu besitzen" Sebastian Cabot auf seinem Sterbebette sich rühmte.

An die atlantische Curve ohne Declination knüpften sich in der leicht erregbaren Phantasie des Columbus noch andere, etwas träumerische Ansichten über Veränderung der Klimate, anomale Gestaltung der Erdkugel und außerordentliche Bewegungen himmlischer Körper: so daß er darin Motive fand eine physikalische Grenzlinie zu einer politischen vorzuschlagen. Die raya, auf der die agujas de marear direct nach dem Polarstern hinweisen, wurde so die Demarcationslinie für die Kronen von Portugal und Castilien; und bei der Wichtigkeit, die geographische Länge einer solchen

Grenze in beiden Hemisphären über die ganze Erdoberfläche astronomisch genau zu bestimmen, ward ein Decret päpstlichen Uebermuths, ohne es bezweckt zu haben, wohlthätig und folgereich für die Erweiterung der astronomischen Nautik und die Vervollkommnung magnetischer Instrumente. (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. III. p. 54.) Felipe Guillen aus Sevilla (1525) und wahrscheinlich früher der Cosmograph Alonso de Santa Cruz, Lehrer der Mathematik des jugendlichen Kaisers Carls V., construirten neue Variations-Compasse, mit denen Sonnenhöhen genommen werden konnten. Der Cosmograph zeichnete 1530, also anderthalb Jahrhunderte vor Halley, freilich auf sehr unvollständige Materialien gegründet, die erste allgemeine Variations-Karte. Wie lebhaft im 16ten Jahrhundert seit dem Tode des Columbus und dem Streit über die Demarcationslinie die Thätigkeit in Ergründung des tellurischen Magnetismus erwachte, beweist die Seereise des Juan Jayme, welcher 1585 mit Francisco Gali von den Philippinen nach Acapulco schiffte, bloß um ein von ihm erfundenes Declinations-Instrument auf dem langen Wege durch die Südsee zu prüfen.

Bei dem sich verbreitenden Hange zum Beobachten mußte auch der diesen immer begleitende, ja ihm öfter noch voreilende Hang zu theoretischen Speculationen sich offenbaren. Viele alte Schiffersagen der Inder und Araber reden von Felsinseln, welche den Seefahrern Unheil bringen, weil sie durch ihre magnetische Naturkraft alles Eisen, das in den Schiffen das Holzgerippe verbindet, an sich ziehen oder gar das ganze Schiff unbeweglich fesseln. Unter Einwirkung solcher Phantasien knüpfte sich früh an den Begriff eines polaren Zusammentreffens magnetischer Abweichungslinien das materielle Bild eines dem Erdpole nahen hohen Magnetberges. Auf der merkwürdigen Karte des Neuen Continents, welche der römischen Ausgabe der Geographie des Ptolemäus vom Jahre 1508 beigefügt ist, findet sich nördlich von Grönland (Gruentlant), welches als dem östlichen Theil von Asien zugehörig dargestellt wird, der nördliche Magnetpol als ein Inselberg abgebildet. Seine Lage wird allmälig südlicher in dem Breve Compendio de la Sphera von Martin Cortez 1545 wie in der Geographia di Tolomeo des Livio Sanuto 1588. An Erreichung dieses Punktes, den man el calamitico nannte, waren große Erwartungen geknüpft, da man aus einem, erst spät verschwundenen Vorurtheil dort am Magnetpole alcun miraculoso stupendo effeto zu erleben gedachte.

Bis gegen das Ende des sechzehnten Jahrhunderts war man bloß mit dem Phänomen der Abweichung, welche auf die Schiffsrechnung und die nautische Ortsbestimmung den unmittelbarsten Einfluß ausübt, beschäftigt. Statt der einen von Columbus 1492 aufgefundenen Linie ohne Abweichung glaubte der gelehrte Jesuit Acosta, durch portugiesische Piloten (1589) belehrt, in seiner trefflichen Historia natural de las Indias vier Linien ohne Abweichung aufführen zu können. Da die Schiffsrechnung neben der Genauigkeit der Richtung (des durch den corrigirten Compaß gemessenen Winkels) auch die Länge des durchlaufenen Weges erheischt; so bezeichnet die Einführung des Logs, so unvollkommen auch diese Art der Messung selbst noch heute ist, doch eine wichtige Epoche in der Geschichte der Nautik. Ich glaube gegen die bisher herrschende Meinung erwiesen zu haben, daß das erste sichere Zeugniß*) der Anwendung des Logs (la cadena de la popa, la corredera) in den Schiffsjournalen der Magellanischen Reise von Antonio Pigafetta zu finden ist. Es bezieht sich auf den Monat Januar 1521. Columbus, Juan de la Cosa, Sebastian Cabot und Vasco de Gama haben das Log und dessen Anwendung nicht ge-

*) Kosmos 2. Buch S. 327. Zu der Zeit König Eduards III. von England: als, wie Sir Nicholas Harris Nicolas (History of the Royal Navy 1847 Vol. II. p. 180) erwiesen hat, immer nach dem Compaß, damals sailstone dial, sailing needle oder adamante genannt, geschifft wurde; sieht man zur Ausrüstung des „King's ship de George" im Jahre 1345 in dem Ausgabe-Register aufgeführt sechzehn in Flandern gekaufte horologes (hour-glasses); aber diese Angabe ist keinesweges ein Beweis für den Gebrauch des Logs. Die Stundengläser (ampolletas der Spanier) waren, wie aus den Angaben von Enciso in Cespedes sich deutlichst ergiebt, lange vor Anwendung des Logs, echando punto por fantasia in der corredera de los perezosos, d. h. ohne ein Log auszuwerfen, nothwendig.

kannt. Sie schätzten nach dem Augenmaaße die Geschwindigkeit des Schiffes, und fanden die Länge des Weges durch das Ablaufen des Sandes in den ampolletas. Neben dem alleinigen und so früh benutzten Elemente der Magnetkraft, der horizontalen **Abweichung** vom Nordpole, wurde endlich (1576) auch das zweite Element, die **Neigung**, gemessen. Robert Normann hat zuerst an einem selbsterfundenen Inclinatorium die Neigung der Magnetnadel in London mit nicht geringer Genauigkeit bestimmt. Es vergingen noch zweihundert Jahre, ehe man das dritte Element, die **Intensität** der magnetischen Erdkraft, zu messen versuchte.

Ein von Galilei bewunderter Mann, dessen Verdienst Baco gänzlich verkannte, William Gilbert, hatte an dem Ende des sechzehnten Jahrhunderts eine erste großartige Ansicht*) von der magnetischen Erdkraft aufgestellt. Er unterschied zuerst deutlich in ihren Wirkungen Magnetismus von Electricität, hielt aber beide für Emanationen der einigen, aller Materie als solcher inwohnenden Grundkraft. Er hat, wie es der Genius vermag, nach schwachen Analogien vieles glücklich geahndet; ja nach den klaren Begriffen, die er sich von dem tellurischen Magnetismus (de magno magnete tellure) machte, schrieb er schon die Entstehung der Pole in den senkrechten Eisenstangen am Kreuz alter Kirchthürme der Mittheilung der Erdkraft zu. Er lehrte in Europa zuerst durch Streichen mit dem Magnetsteine Eisen magnetisch machen, was freilich die Chinesen fast 500 Jahre früher wußten.†) Dem Stahle gab schon damals Gilbert den Vorzug vor dem weichen Eisen, weil jener die mitgetheilte Kraft dauerhafter sich aneigne und für längere Zeit ein Träger des Magnetismus werden könne.

In dem Laufe des 17ten Jahrhunderts vermehrte die, durch vervollkommnete Bestimmung der **Wegrichtung** und **Weglänge** so weit ausgedehnte Schifffahrt der Niederländer, Briten, Spanier und Franzosen die Kenntniß der **Abweichungslinien**, welche, wie eben bemerkt, der Pater Acosta in ein System zu bringen versucht hatte.‡) Cornelius Schouten bezeichnete 1616 mitten in der Südsee, südöstlich von den Marquesas-Inseln, Punkte, in denen die Variation null ist. Noch jetzt liegt in dieser Region das sonderbare **geschlossene** isogonische System, in welchem jede Gruppe der inneren concentrischen Curven eine geringere Abweichung zeigt.||) Der Eifer **Längen-Methoden** nicht bloß durch die **Variation**, sondern auch durch die **Inclination** zu finden (solchen Gebrauch der Inclination§) bei bedecktem, sternenleerem Himmel, aëre caliginoso, nannte Wright „vieles Goldes werth"), leitete auf Vervielfältigung der Construction magnetischer Apparate und belebte zugleich die Thätigkeit der Beobachter. Der Jesuit Cabeus aus Ferrara, Ridley, Lieutaud (1668) und Henry Bond (1676) zeichneten sich auf diesem Wege aus. Der Streit zwischen dem Letztgenannten und Beckborrow hat vielleicht, sammt Acosta's Ansicht von **vier** Linien ohne Abweichung, welche die ganze Erdoberfläche theilen sollen, auf Halley's, schon 1683 entworfene Theorie von **vier** magnetischen Polen oder Convergenzpunkten Einfluß gehabt.

Halley bezeichnet eine wichtige Epoche in der Geschichte des tellurischen Magnetismus.

---

*) Vergl. Kosmos 1. Buch S. 90 und 91; 2. B. S. 371, 375 und 376. Calamitico wegen der Gestalt eines Laubfrosches der ersten Compaß-Nadeln.

†) Verg. Gilbert, Physiologia nova de Magnete lib[illegible] 8 p. 124. Daß Magnetismus dem Eisen [illegible] mitgetheilt werden kann, sagt im allge[illegible] ohne des Streichens zu erwähnen, scho[illegible]mos 1. Buch S. 92). Merkwürdig [illegible]ttung der: „vulgaris opinio de m[illegible] autrupe aliqua magnetica, de pol[illegible] mundi distante" (l. c. p. 42 und [illegible] und das Fortschreiten der m[illegible]ren ihm noch ganz unbekannt: „vari[illegible] constans est"; l. c. p. 42, 98[illegible]

‡) Historia natural de las Indias lib. I cap. 17.

||) Kosmos 1. Buch S. 93.

§) Ich habe durch Anführung eigener, sehr sorgfältiger Inclinations-Beobachtungen, die ich in der Südsee angestellt, erwiesen, unter welchen Bedingungen die Inclination von wichtigem praktischen Nutzen zu Breiten-Bestimmungen zur Zeit der an der peruanischen Küste herrschenden, Sonne und Sterne verdunkelnden garua sein kann (Kosmos 1. Buch S. 90). Der Jesuit Cabeus, Verfasser der Phylosophia magnetica (in qua nova quaedam pyxis explicatur, quae *poli elevationem* ubique demonstrat), hat auch schon in der ersten Hälfte des 17ten Jahrhunderts die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand geleitet.

In jeder Hemisphäre nahm er einen stärkeren und einen schwächeren magnetischen Pol an, also vier Punkte mit 90° Inclination der Nadel: gerade wie man jetzt unter den vier Punkten der größten Intensität in jeder Hemisphäre eine analoge Ungleichheit in dem erreichten Maximum der Intensität, d. h. der Geschwindigkeit der Schwingungen der Nadel in der Richtung des magnetischen Meridians, findet. Der stärkste aller vier Halley'schen Pole sollte in 70° südlicher Breite, 120° östlich von Greenwich, also fast im Meridian von König Georgs Sund in Neu-Holland (Nuyt's Land), gelegen sein.*) Halley's drei Seereisen in den Jahren 1698, 1699 und 1702 folgten auf den Entwurf einer Theorie, die sich nur auf seine sieben Jahr frühere Reise nach St. Helena, wie auf unvollkommene Variations-Beobachtungen von Baffin, Hudson und Cornelius von Schouten gründen konnte. Es waren die ersten Expeditionen, welche eine Regierung zu einem großen wissenschaftlichen Zwecke, zur Ergründung eines Elements der Erdkraft, unternehmen ließ, von dem die Sicherheit der Schiffsführung vorzugsweise abhängig ist. Da Halley bis zum 52sten Grade jenseits des Aequators vordrang, so konnte er die erste umfangreiche Variations-Karte construiren. Sie gewährt für die theoretischen Arbeiten des 19ten Jahrhunderts die Möglichkeit einen, der Zeit nach freilich nicht sehr fernen Vergleichungspunkt für die fortschreitende Bewegung der Abweichungs-Curven darzubieten.

Es ist ein glückliches Unternehmen Halley's gewesen, die Punkte gleicher Abweichung durch Linien †) mit einander graphisch verbunden zu haben. Dadurch ist zuerst Uebersicht und Klarheit in die Einsicht von dem Zusammenhange der aufgehäuften Resultate gebracht werden. Meine, von den Physikern früh begünstigten Isothermen, d. h. Linien gleicher Wärme (mittlerer Jahres-, Sommer- und Winter-Temperatur) sind ganz nach Analogie von Halley's isogonischen Curven geformt. Sie haben den Zweck, besonders nach der Ausdehnung und großen Vervollkommnung, welche Dove denselben gegeben, Klarheit über die Vertheilung der Wärme auf dem Erdkörper, und die hauptsächliche Abhängigkeit dieser Vertheilung von der Gestaltung des Festen und Flüssigen, von der gegenseitigen Lage der Continental-Massen und der Meere zu verbreiten. Halley's rein wissenschaftliche Expeditionen stehen um so isolirter da, als sie nicht wie so viele folgende Expeditionen, auf Kosten des Staats unternommene, geographische Entdeckungsreisen waren. Sie haben dazu, neben den Ergebnissen über den tellurischen Magnetismus, auch als Frucht des früheren Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, einen wichtigen Catalog südlicher Sterne geliefert: ja den ersten, welcher überhaupt unternommen worden ist, seitdem nach Morin's und Gascoigne's Vorgange Fernröhre mit messenden Instrumenten verbunden wurden. ‡)

So wie das 17te Jahrhundert sich durch Fortschritte auszeichnete in der gründlicheren Kenntniß der Lage der Abweichungslinien, und den ersten theoretischen Versuch ihre Convergenzpunkte als Magnetpole zu bestimmen; so lieferte das 18te Jahrhundert die Entdeckung der stündlichen periodischen Veränderung der Abweichung. Graham in London hat das unbestrittene Verdienst (1722) diese stündlichen Variationen zuerst genau und ausdauernd beobachtet zu haben. In schriftlichem Verkehr mit ihm erweiterten ||) Celsius und Hiörter in Upsala die Kenntniß dieser Erscheinung. Erst

*) Edmund Halley in den Philos. Transact. for 1683 Vol. XII. No. 148 p. 216.

†) Solche Linien, von ihm tractus chalybooliticos genannt, hatte auch der Pater Christoph Burrus in Lissabon auf eine Karte getragen, die er dem König von Spanien zur Auffindung und Bestimmung der Seelänge für einen übergroßen Preis anbot: wie Kircher in seinem Magnes ed. 2. p. 443 erzählt. Der allerersten Variations-Karte von 1530 ist bereits oben (S. 665) Erwähnung geschehen.

‡) Noch 20 Jahre später als Halley auf St. Helena seinen Catalog südlicher Sterne (leider! keines unter der 6ten Größe) anfertigte, rühmte sich Hevelius im Firmamentum Sobescianum, kein Fernrohr anzuwenden und durch Spaltöffnungen zu beobachten. Halley wohnte 1679, als er Danzig besuchte, diesen Beobachtungen, deren Genauigkeit er übrigens übermäßig anrühmte, bei. Kosmos 3. B. S. 406, 443 und 503.

||) Spuren der täglichen und stündlichen Veränderlichkeit der magnetischen Abweichung hatten bereits in London Hellibrand (1634) und in Siam der Pater Tachard (1682) erkannt.

Brugmans und, mit mehr mathematischem Sinne begabt, Coulomb (1784—1788) drangen tief in das Wesen des tellurischen Magnetismus ein. Ihre scharfsinnigen physikalischen Versuche umfaßten die magnetische Anziehung **aller Materie**, die räumliche Vertheilung der Kraft in einem Magnetstabe von gegebener Form, und das Gesetz der Wirkung in der Ferne. Um genaue Resultate zu erlangen, wurden bald Schwingungen einer an einem Faden aufgehängten horizontalen Nadel, bald Ablenkung durch die **Drehwage**, balance de torsion, angewandt.

Die Einsicht in die **Intensitäts-Verschiedenheit der magnetischen Erdkraft** an verschiedenen Punkten der Erde, durch die Schwingungen einer senkrechten Nadel im magnetischen Meridian gemessen, verdankt die Wissenschaft allein dem Scharfsinn des Chevalier Borda: nicht durch eigene geglückte Versuche, sondern durch Gedankenverbindung und beharrlichen Einfluß auf Reisende, die sich zu fernen Expeditionen rüsteten. Seine lang gehegten Vermuthungen wurden zuerst durch Lamanon, den Begleiter von La Pérouse, mittelst Beobachtungen aus den Jahren 1785 — 1787 bestätigt. Es blieben dieselben, obgleich schon seit dem Sommer des letztgenannten Jahres in ihrem Resultate dem Secretär der Académie des Sciences, Condorcet, bekannt, unbeachtet und unveröffentlicht. Die erste und darum freilich unvollständige Erkennung des wichtigen Gesetzes der mit der magnetischen Breite veränderlichen Intensität gehört*) unbestritten der unglücklichen, wissenschaftlich so wohl ausgerüsteten Expedition von La Pérouse; aber das Gesetz selbst hat, wie ich glaube mir schmeicheln zu dürfen, erst in der Wissenschaft Leben gewonnen durch die Veröffentlichung meiner Beobachtungen von 1798 bis 1804 im südlichen Frankreich, in Spanien, auf den canarischen Inseln, in dem Inneren des tropischen Amerika's (nördlich und südlich vom Aequator), in dem atlantischen Ocean und der Südsee. Die gelehrten Reisen von Le Gentil, Feuillée und Lacaille; der erste Versuch einer Neigungs-Karte von Wilke (1768); die denkwürdigen Weltumsegelungen von Bougainville, Cook und Vancouver haben, wenn gleich mit Instrumenten von sehr ungleicher Genauigkeit, das vorher sehr vernachlässigte und zur Begründung der Theorie des Erd-Magnetismus so wichtige Element der Inclination an vielen Punkten, freilich sehr ungleichzeitig, und mehr an den Küsten oder auf dem Meere als im Inneren der Continente, ergründet. Gegen das Ende des 18ten Jahrhunderts wurde durch die, mit vollkommneren Instrumenten angestellten stationären Declinations-Beobachtungen von Cassini, Gilpin und Beaufoy (1784 bis 1790), ein periodischer Einfluß der Stunden wie der Jahreszeiten bestimmt erwiesen, und so die Thätigkeit in magnetischen Untersuchungen allgemeiner belebt.

Diese Belebung nahm in dem 19ten Jahrhundert, von welchem nur erst eine Hälfte verflossen ist, einen, von allem unterschiedenen, eigenthümlichen Charakter an. Es besteht derselbe in einem fast gleichzeitigen Fortschreiten in sämmtlichen Theilen der Lehre vom tellurischen Magnetismus: umfassend die numerische Bestimmung der Intensität der Kraft, der Inclination und der Abweichung; in physikalischen Entdeckungen über die **Erregung** und das Maaß der Vertheilung des Magnetismus; in der ersten und glänzenden Entwerfung einer **Theorie des tellurischen Magnetismus** von Friedrich Gauß, auf strenge mathematische Gedankenverbindung gegründet. Die Mittel, welche zu diesen Ergebnissen führten, waren: Vervollkommnung der Instrumente und der Methoden; wissenschaftliche Expeditionen zur See, in Zahl und Größe, wie sie kein anderes Jahrhundert gesehen: sorgfältig ausgerüstet auf Kosten der Regierungen, begünstigt durch glückliche Auswahl der Führer und der sie begleitenden Beobachter; einige Landreisen, welche, tief in das Innere der Continente eingedrungen, die Phänomene des tellurischen Magnetismus

---

*) Vergl. Kosmos 1. Buch S. 95. Die vortreffliche Construction der, nach Borda's Angabe zuerst von Lenoir angefertigten Boussole d'Inclinaison, die Möglichkeit freier und langer Schwingungen der Nadel, die so sehr verminderte Reibung der Zapfen, und die richtige Aufstellung des mit Libellen versehenen Instruments haben die genaue Messung der Erdkraft unter verschiedenen Zonen zuerst möglich gemacht.

aufklären konnten; eine große Zahl fixer Stationen, theilweise in beiden Hemisphären, nach correspondirenden Orts-Breiten und oft in fast antipodischen Längen gegründet. Diese magnetischen und zugleich meteorologischen Observatorien bilden gleichsam ein Netz über die Erdfläche. Durch scharfsinnige Combination der auf Staatskosten in Rußland und England veröffentlichten Beobachtungen sind wichtige und unerwartete Resultate geliefert worden. Die Gesetzlichkeit der Kraftäußerung — der nächste, nicht der letzte Zweck aller Forschungen, — ist bereits in vielen einzelnen Phasen der Erscheinung befriedigend ergründet worden. Was auf dem Wege des physikalischen Experimentirens von den Beziehungen des Erd-Magnetismus zur bewegten Electricität, zur strahlenden Wärme und zum Lichte; was von den, spät erst verallgemeinerten Erscheinungen des Diamagnetismus und von der specifischen Eigenschaft des atmosphärischen Sauerstoffs, Polarität anzunehmen, entdeckt wurde: eröffnet wenigstens die frohe Aussicht, der Natur der Magnetkraft selbst näher zu treten.

Um das Lob zu rechtfertigen, das wir im allgemeinen über die magnetischen Arbeiten der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts ausgesprochen, nenne ich hier aphoristisch, wie es das Wesen und die Form dieser Schrift mit sich bringen, die Hauptmomente der einzelnen Bestrebungen. Es haben dieselben einander wechselseitig hervorgerufen: daher ich sie bald chronologisch an einander reihe, bald gruppenweise vereinige.*)

1803—1806 Krusenstern's Reise um die Welt (1812); der magnetische und astronomische Theil ist von Horner (Bd. III. S. 317.)

1804 Erforschung des Gesetzes der von dem magnetischen Aequator gegen Norden und Süden hin zunehmenden Intensität der tellurischen Magnetkraft, gegründet auf Beobachtungen von 1799 bis 1804. (Humboldt Voyage aux Regions équinoxiales du Nouveau Continent T. III. p. 615—623; Lametherie Journal de Physique T. LXIX. 1804 p. 433, mit dem ersten Entwurf einer Intensitäts-Karte; Kosmos 1. B. S. 95.) Spätere Beobachtungen haben gezeigt, daß das Minimum der Intensität nicht dem magnetischen Aequator entspricht, und daß die Vermehrung der Intensität sich in beiden Hemisphären nicht bis zum Magnetpol erstreckt.

1805—1806 Gay Lussac und Humboldt Intensitäts-Beobachtungen im südlichen Frankreich, in Italien, der Schweiz und Deutschland. Memoires de la Société d'Arcueil T. I. p. 1—22. Vergl. die Beobachtungen von Quetelet 1830 und 1839 mit einer Carte de l'intensité magnétique horizontale entre Paris et Naples in den Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XIV.; die Beobachtungen von Forbes in Deutschland, Flandern und Italien 1832 und 1837 (Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XV. p. 27); die überaus genauen Beobachtungen von Rudberg in Frankreich, Deutschland und Schweden 1832; die Beobachtungen von Dr Bache (Director of the Coast-Survey of the United States) 1837 und 1840 in 21 Stationen, zugleich für Inclination und Intensität.

1806—1807 Eine lange Reihe von Beobachtungen, zu Berlin über die stündlichen Variationen der Abweichung und über die Wiederkehr magnetischer Ungewitter (Perturbationen) von Humboldt und Oltmanns angestellt: hauptsächlich in den Solstitien und Aequinoctien; 5 bis 6, ja bisweilen 9 Tage und eben so viele Nächte hinter einander; mittelst eines Prony'schen magnetischen Fernrohrs, das Bogen von 7 bis 8 Secunden unterscheiden ließ.

1812 Morichini zu Rom behauptet, daß unmagnetische Stahlnadeln durch Contact des (violetten) Lichts magnetisch werden. Ueber den langen Streit, den diese Behauptung und die scharfsinnigen Versuche von Mary Somerville bis zu den ganz negativen Resultaten von Rieß und Moser erregt haben, s. Sir David Brewster Treatise of Magnetism 1837 p. 48.

1815—1818, 1823—1826 Die zwei Weltumsegelungen von Otto von Kotzebue: die erste auf dem Rurik; die zweite, um fünf Jahre spätere, auf dem Predprijatie.

*) Die Zahlen, mit welchen die folgende Tafel anhebt (z. B. 1803—1806), deuten auf die Epoche der Beobachtung; die in Klammern dem Titel der Schriften beigefügten Zahlen aber auf die, oft sehr verspätete Veröffentlichung der Beobachtungen.

[illegible] 1817 [illegible]

[illegible] 1839 [illegible]

[illegible] 1847 [illegible]

[illegible] Davis-Str[illegible]

[illegible] 1820 [illegible]

[illegible] 1825 [illegible]

[illegible] John Ross [illegible]

[illegible] Expedition [illegible]

[illegible]

[illegible] Physique T. XV.

[illegible] hervorgerufenen Er-

[illegible] des Lichts, s. Kosmos 2.

scheinungen folgten Ampère's geistreiche theoretische Combinationen über die electromagnetischen Wechselwirkungen der Molecülen ponderabler Körper. Diese Combinationen wurden durch eine Reihe neuer und scharfsinniger Apparate unterstützt, und führten zur Kenntniß von Gesetzen in vielen bis dahin oft widersprechend scheinenden Phänomenen des Magnetismus.

1820—1824 Ferdinand von Wrangel und Anjou Reise nach den Nordküsten von Sibirien und auf dem Eismeere. (Wichtige Erscheinungen des Polarlichts s. Th. II. S. 259.)

1820 Scoresby Account of the Arctic regions (Intensitäts-Versuche Vol. II. p. 537—554).

1821 Seebeck's Entdeckung des Thermo-Magnetismus und der Thermo-Electricität Berührung zweier ungleich erwärmter Metalle (zuerst Wismuth und Kupfer) oder Temperatur-Differenzen in den einzelnen Theilen eines gleichartigen metallischen Ringes werden als Quellen der Erregung magneto electrischer Strömungen erkannt.

1821—1823 Weddel Reise in das südliche Polarmeer, bis Br. 74° 15′ S.

1822—1823 Sabine's zwei wichtige Expeditionen zur genauen Bestimmung der magnetischen Intensität und der Länge des Pendels unter verschiedenen Breiten (Ostküste von Afrika bis zum Aequator, Brasilien, Havana, Grönland bis Br. 74° 23′, Norwegen und Spitzbergen unter Br. 79° 50′). Es erschien über diese vielumfassende Arbeit erst 1824: Account of Experiments to determine the Figure of the Earth p. 460—509.

1824 Erikson magnetische Beobachtungen längs den Ufern der Ostsee.

1825 Arago entdeckt den Rotations-Magnetismus. Die erste Veranlassung zu dieser unerwarteten Entdeckung gab ihm, am Abhange des Greenwicher Hügels, seine Wahrnehmung der abnehmenden Oscillations-Dauer einer Inclinations-Nadel durch Einwirkung naher unmagnetischer Stoffe. In Arago's Rotations-Versuchen wirken auf die Schwingungen der Nadel Wasser, Eis, Glas, Kohle und Quecksilber.*)

1825—1827 Magnetische Beobachtungen von Boussingault in verschiedenen Theilen von Südamerika (Marmato, Quito).

1826—1827 Intensitäts-Beobachtungen von Keilhau in 20 Stationen (in Finmarken, auf Spitzbergen und der Bären-Insel); von Keilhau und Boeck in Süd-Deutschland und Italien (Schum. Astr. Nachr. No. 146).

1826—1829 Admiral Lütke Reise um die Welt. Der magnetische Theil ist mit großer Sorgfalt bearbeitet 1834 von Lenz. (S. Partie nautique du Voyage 1836.)

1826—1830 Cap. Philip Parker King Beobachtungen in den südlichen Theilen der Ost- und Westküste von Südamerika (Brasilien, Montevideo, der Magellans-Straße, Chiloe und Valparaiso).

1827—1839 Quetelet État du Magnétisme terrestre (Bruxellee) pendant douze années. Sehr genaue Beobachtungen.

1827 Sabine über Ergründung der relativen Intensität der magnetischen Erdkraft in Paris und London. Eine analoge Vergleichung von Paris und Christiania (1825 und 1828) geschah von Hansteen. Meeting of the British Association at Liverpool 1837 p 19—23. Die vielen von französischen, englischen und nordischen Reisenden gelieferten Resultate der Intensität haben zuerst mit unter sich verglichenen, an den genannten drei Orten oscillirenden Nadeln in numerischen Zusammenhang gebracht und als Verhältnißwerthe aufgestellt werden können. Die Zahlen sind: für Paris 1,348: von mir; für London 1,372: von Sabine; für Christiania 1,423: von Hansteen gefunden. Alle beziehen sich auf die Intensität der Magnetkraft in einem Punkte des magnetischen Aequators (der Curve ohne Inclination), der die peruanischen Cordilleren zwischen Micuipampa und Caxamarca durchschneidet: unter südlicher Br. 7° 2′ und westlicher Länge 81° 8′, wo die Intensität von mir = 1,000 gesetzt wurde. Die Beziehung auf diesen Punkt (Humboldt Recueil d'Observ. astr. Vol. II. p. 382—385 und Voyage aux Régions equin. T. III p. 622) hat vierzig Jahre lang den Reductionen in allen Intensitäts-Tabellen zum Grunde gelegen (Gay-Lussac in den Mém. de la Société d'Arcueil T. I. 1807 p. 21; Hansteen über den Magnetismus der Erde 1819 S. 71; Sabine im Rep. of the British Association at Liverpool p. 43—58). Sie ist aber in neuerer Zeit mit Recht als nicht

*) Kosmos I. Buch S. 91.

schen Meerbusen und den Küsten der Südsee im russischen Amerika schon im Jahr 1832 beginnen. Eine permanente magnetische Station wurde zu Peking in dem alten Klosterhause, das seit Peter dem Großen periodisch von griechischen Mönchen bewohnt wird, gestiftet. Der gelehrte Astronom Fuß, welcher den Hauptantheil an den Messungen zur Bestimmung des Höhenunterschiedes zwischen dem caspischen und schwarzen Meere genommen, wurde auserwählt, um in China die ersten magnetischen Einrichtungen zu treffen. Später hat Kupffer auf einer Rundreise alle in den magnetischen und meteorologischen Stationen aufgestellten Instrumente östlich bis Nertschinsk (in 117° 16′ Länge) unter einander und mit den Fundamental-Maaßen verglichen. Die, gewiß recht vorzüglichen, magnetischen Beobachtungen von Federow in Sibirien bleiben noch unpublicirt.

1830—1845 Oberst Graham (von den topographischen Engineers der Vereinigten Staaten) Intensitäts-Beobachtungen an der südlichen Grenze von Canada, Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 242.

1830 Fuß magnetische, astronomische und hypsometrische Beobachtungen (Report of the seventh meeting of the Brit. Assoc. 1837 p. 497—499) auf der Reise vom Baikal-See durch Ergi Oude, Durma und den, nur 2400 Fuß hohen Gobi nach Peking, um dort das magnetische und meteorologische Observatorium zu gründen, auf welchem Kovanko 10 Jahre lang beobachtet hat (Humboldt Asie centr. T. I. p. 8, T. II. p. 141, T. III. p. 468 und 477).

1831—1836 Cap. Fitzroy in seiner Reise um die Welt auf dem Beagle, wie in der Aufnahme der Küsten des südlichsten Theils von Amerika, ausgerüstet mit einem Gambey'schen Inclinatorium und mit von Hansteen gelieferten Oscillations-Nadeln.

1831 Dunlop, Director der Sternwarte von Paramatta, Beobachtungen auf einer Reise nach Australien (Phil. Transact for 1840 P. I. p. 133—140).

1831 Faraday's Inductionsströme, deren Theorie Nobili und Antinori erweitert haben; große Entdeckung der Lichtentwickelung durch Magnet.

1833 und 1839 sind die zwei wichtigen Epochen der ersten Bekanntmachung theoretischer Ansichten von Gauß: 1) Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata 1833 (p. 3: „elementum tertium, intensitas, usque ad tempora recentiora penitus neglectum mansit"); 2) das unsterbliche Werk: Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus (s. Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahr 1838, herausgegeben von Gauß und Weber 1839, S. 1—57).

1833 Arbeiten von Barlow über die Anziehung des Schiffseisens und die Mittel dessen ablenkende Wirkung auf die Boussole zu bestimmen; Untersuchung von electro-magnetischen Strömen in Terrellen. Isogenische Weltkarten. (Vergl. Barlow Essay on magnetic attraction 1833 p. 89 mit Poisson sur les déviations de la boussole produite par le fer des vaisseaux in den Mém. de l'Institut T XVI. p. 481—555; Airy in den Phil. Transact. for 1839 P. I. p. 167 und for 1843 P. II. p. 146; Sir James Roß in den Phil Transact. for 1849 P. II. p. 177—195.)

1833 Moser Methode die Lage und Kraft der veränderlichen magnetischen Pole kennen zu lernen (Poggendorff Annalen Bd. 28. S. 49—296).

1833 Christie on the arctic observations of Cap. Back, Phil. Transact. for 1836 P. II p. 377. (Vergl. auch dessen frühere wichtige Abhandlung in den Phil. Transact. for 1825 P. I. p. 23)

1834 Parrot's Reise nach dem Ararat. (Magnetismus Bd. II. S. 53—64.)

1836 Major Estcourt in der Expedition von Oberst Chesney auf dem Euphrat. Ein Theil der Intensitäts-Beobachtungen ist bei dem Untergange des Dampfboots Tigris

tiger magnetischer Beobachtung ist von Celsius gefühlt worden. Ohne noch des, eigentlich von seinem Gehülfen Olav Hiorter (März 1741) entdeckten und gemessenen Einflusses des Polarlichts auf die Abweichung zu erwähnen, forderte er Graham (Sommer 1741) auf mit ihm gemeinschaftlich zu untersuchen, ob gewisse außerordentliche Perturbationen, welche der stündliche Gang der Nadel von Zeit zu Zeit in Upsala erlitt, auch in derselben Zeit von ihm in London beobachtet würden. Gleichzeitigkeit der Perturbationen, sagt er, liefere den Beweis, daß die Ursach der Perturbation sich auf große Erdräume erstrecke und nicht in zufälligen localen Einwirkungen gegründet sei. (Celsius in Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar för 1740 p. 44; Hiorter a. a. O. 1747 p. 27.) Als Arago erkannt hatte, daß die durch Polarlicht bewirkten magnetischen Perturbationen sich über Erdstrecken verbreiten, wo die Lichterscheinung des magnetischen Ungewitters nicht gesehen wird, verabredete er gleichzeitige stündliche Beobachtungen 1823 mit unserm gemeinschaftlichen Freunde Kupffer in Kasan, fast 47° östlich von Paris. Aehnliche gleichzeitige Declinations-Beobachtungen sind (1828) von mir mit Arago und Reich in Paris, Freiberg und Berlin angestellt worden; s. Poggendorf Ann. Bd. XIX. S. 337.

[illegible] ist, als es in diesem Theile des Innern [illegible] Meere so ganz an genauen Beobachtungen [illegible]

[illegible] a S. A. R. le Duc de Sussex, Président de [illegible] a perfectionner la connaissance du [illegible] de stations magnétiques et d'observations [illegible] Ueber die glücklichen Folgen dieser Aufforderung und [illegible] Expedition von Sir James Roß s. Kosmos I. S. [illegible] the Southern and Antarctic Regions 1847 Vol. I.

[illegible] variations of the magnetic Intensity of the Earth in dem [illegible] British Association at Liverpool p. 1—85; die vollständigste [illegible]

[illegible] eines magnetischen Observatoriums zu Dublin von Prof. [illegible] Ueber die von 1840 bis 1846 daselbst angestellten Beobachtungen [illegible] Irish Acad. Vol. XXII. P. 1. p. 74—96.
[illegible] a Treatise on Magnetism p. 185—263.
[illegible] Sir Edward Belcher Reisen nach Singapore, dem chinesischen Meere [illegible] Phil. Transact. for 1843 P. II. p. 113, 140—142. [illegible] der Inclination, wenn man sie mit den meinigen, älteren, zusammen[illegible] Fortschreiten der Curven. Ich fand z. B. 1803 die [illegible] Guayaquil und Callao de Lima — 38° 48', + 10° 42', — 9° [illegible] — 37° 57', — 9° 1', — 9° 54'. Wirken die häufigen Erd[illegible] Küste local auf die Erscheinungen, welche von der magnetischen [illegible]?

[illegible] Wilkes Narrative of the United States Exploring Expe[illegible] XXI.

[illegible] James Sulivan Reise von Falmouth nach den Falklands-Inseln, Phil. [illegible] P. I. p. 129. 140 und 143.

[illegible] Errichtung der magnetischen Stationen, unter der ver[illegible] Direction des Oberst Sabine, in beiden Erdhälften, auf Kosten der groß[illegible] Regierung. Die Instrumente wurden 1839 abgesandt, die [illegible] in Toronto (Canada) und auf Van Diemen's Land 1840, am [illegible] der guten Hoffnung 1841. (Vergl. Sir John Herschel im Quarterly Review [illegible] Becquerel Traité d'Electricité et de Magnétisme T. VI. p. 173.) [illegible] und gründliche Bearbeitung dieses reichen Schatzes von Beobachtun[illegible] Elemente oder Variationen der magnetischen Thätigkeit des Erdkörpers [illegible] Oberst Sabine, als Superintendent of the Colonial Observatories. [illegible] Gesetze entdeckt und der Wissenschaft neue Ansichten eröffnet. Die Re[illegible] Erscheinungen sind von ihm in einer langen Reihe einzelner Abhandlungen [illegible] terrestrial Magnetism) in den Philosophical Transactions der Kön. [illegible] und in eigenen Schriften veröffentlicht worden, welche diesem Theile [illegible] zum Grunde liegen. Wir nennen hier von diesen nur einige der vorzüg[illegible] 1) Ueber ungewöhnliche magnetische Störungen (Ungewitter), beobachtet in den [illegible] 1840 und 1841: s. Observations on days of unusual magnetic disturbances p. [illegible] als Fortsetzung dieser Arbeit, die magnetic storms von 1843—1845, in [illegible] Transact. for 1851 P. I. p. 123—139; 2) Observations made at the mag[illegible] Observatory at Toronto 1840, 1841 und 1842 (lat. 43° 39' bor., long. 81° 41') [illegible] XXVIII; 3) Der sehr abweichende Richtungsgang der magnetischen [illegible] in der einen Hälfte des Jahres zu St. Helena, in Longwood-House (lat. 15° [illegible] Phil. Transact. for 1847 P. I. p. 54; 4) Observ. made at [illegible] and meteor. Observatory at the Cape of Good Hope 1841—1846; 5) Ob[illegible] made at the magn. and meteor. Observatory at Hobarton (lat. 42° 52' austr., [illegible] in Van Diemen Island, and the antarctic Expedition Vol. I. und II. [illegible] 1841—1848; über Scheidung der östlichen und westlichen Störungen (disturbances) s. [illegible] XXXVI; 6) Magnetische Erscheinungen innerhalb des antarctischen Polarkreises, in Kerguelen und Van Diemen, Phil. Transact. for 1843 P. II. p. 145— 7) Ueber die Isoclinal und Isodynamic Lines im atlantischen Ocean, Zustand von

1837 (Phil. Transact. for 1840 P. I. p. 129—155); 8) Fundamente einer Karte des atlantischen Oceans, welche die magnetischen Abweichungslinien zwischen 60° nördl. und 60° südl.) Breite darstellt für das Jahr 1840 (Phil. Transact. for 1849 P. II. p. 173—233); 9) Mittel die magnetische Totalkraft der Erde, ihre seculare Veränderung und jährliche Variation (absolute values, secular change and annual variation of the magnetic force) zu messen (Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 201—219; Uebereinstimmung der Epoche der größten Nähe der Sonne mit der der größten Intensität der Kraft in beiden Hemisphären und d r Zunahme der Inclination p. 216); 10) Ueber das Maaß magnetischer Intensität im hohen Norden des Neuen Continents und über den von Cap. Lefroy aufgefundenen Punkt (Br. 52° 19′) der größten Erdkraft, Phil. Transact. for 1846 P. III. p. 237—336; 11) Die periodischen Veränderungen der drei Elemente des Erd-Magnetismus (Abweichung, Inclination und totale Kraft) zu Toronto in Canada und zu Hobarton auf Van Diemen, und über den Zusammenhang der zehnjährigen Periode magnetischer Veränderungen mit der von Schwabe zu Dessau entdeckten, ebenfalls zehnjährigen Periode der Frequenz von Sonnenflecken, Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 121—124. (Die Variations-Beobachtungen von 1846 und 1851 sind als Fortsetzung der in No. 1 bezeichneten von 1840—1845 zu betrachten.)

1839 Darstellung der Linien gleicher Neigung und gleicher Intensität der Erdkraft in den britischen Inseln (magnetic isoclinal and isodynamic Lines, from Observations of Humphrey Lloyd, John Phillips, Robert Were Fox, James Ross and Edward Sabine). Schon 1833 hatte die British Association in Cambridge beschlossen, daß in mehreren Theilen des Reichs Neigung und Intensität bestimmt werden sollten; schon im Sommer 1834 wurde dieser Wunsch von Prof. Lloyd und Oberst Sabine in Erfüllung gebracht, und die Arbeit 1835 und 1836 auf Wales und Schottland ausgedehnt (Eighth Report of the British Assoc. in the meeting at Newcastle 1838 p. 49—196; mit einer isoclinischen und isodynamischen Karte der britischen Inseln, die Intensität in London = 1 gesetzt).

1838—1843 Die große Entdeckungsreise von Sir James Clark Roß nach dem Südpol, gleich bewundernswürdig durch den Gewinn für die Kenntniß der Existenz viel bezweifelter Polarländer als durch das neue Licht, welches die Reise über den magnetischen Zustand großer Erdräume verbreitet hat. Sie umfaßt, alle drei Elemente des tellurischen Magnetismus numerisch bestimmend, fast ¾ der Area der ganzen hohen Breiten der südlichen Halbkugel.

1839—1851 Kreil's über zwölf Jahre lang fortgesetzte Beobachtungen der Variation sämmtlicher Elemente der Erdkraft und der vermutheten soli-lunaren Einflüsse auf der kais. Sternwarte zu Prag.

1840 Stündliche magnetische Beobachtungen mit einer Gambey'schen Declinations-Boussole während eines zehnjährigen Aufenthalts in Chili von Claudio Gay; s. dessen Historia fisica y politica de Chile 1847.

1840—1851 Lamont, Director der Sternwarte zu München, Resultate seiner magnetischen Beobachtungen, verglichen mit denen von Göttingen, die selbst bis 1835 aufsteigen. Erforschung des wichtigen Gesetzes einer zehnjährigen Periode*) der De-

---

*) Arago hat einen Schatz magnetischer Beobachtungen (über 52600 an Zahl) aus den Jahren 1818 bis 1835 hinterlassen, welche nach der mühevollen Redaction von Herrn Feder Thoman publicirt worden sind in den Oeuvres complètes de François Arago (Tome IV. p. 498). In diesen Beobachtungen hat General Sabine (Meteorological Essays, London 1855, p. 350) für die Jahresfolge von 1821 bis 1830 die vollständigste Bestätigung der zehnjährigen magnetischen Declinations-Periode und ihres Zusammenhanges mit der gleichen Periode in der Häufigkeit und Seltenheit der Sonnenflecken entdeckt. Schon in demselben Jahre 1850, als Schwabe in Dessau seine Periode der Sonnenflecken veröffentlichte (Kosmos Buch 3, S. 402), ja zwei Jahre früher als Sabine zuerst (im März 1852, Phil Tr. for 1852 P. I. p. 116—121; Kosmos Buch 4, S. 676) die zehnjährige magnetische Declinations-Periode für von den Sonnenflecken abhängig erklarte; hatte Letzterer selbst schon das wichtige Resultat aufgefunden, daß t ie Sonne durch die ihrer Masse eigene magnetische Kraft auf den Erd-Magnetismus wirkt. Er hatte entdeckt (Phil. Tr. for 1850 P. I. p. 216, Kosmos Buch 4, S. 709), daß die magnetische Intensität am größten ist und daß die Nadel sich am meisten der vertical n Richtung nähert, wenn die Erde der Sonne am nächsten steht. Die Kenntniß von einer solchen magnetischen Einwirkung des Centralkörpers unseres Planetensystems, nicht als wärmeerzeugend, sondern durch seine eigene magnetische Kraft, wie durch Veränderungen in der Photosphäre (Größe und Frequenz trichterförmiger Oeffnungen), giebt dem Studium des Erd-Magnetismus und dem Netze magnetischer Warten, mit denen (Kosmos Buch 1, S. 436, Buch 4, S. 72) Rußland und Nord-Asien seit den Beschlüssen von 1829, die großbritannischen Colonien seit 1840—1850 bedeckt sind, ein höheres kosmisches Interesse. (Sabine in den Proceedings of the Royal Soc. Vol. VIII. No. 25 p. 400, wie in den Phil. Tr. for 1856 p 362.)



ende Körper unter äußerem magnetischen Einflusse annehmen (Phil. Transact. for 1846 2420 und Phil. Transact. for 1851 P. I § 2718—2796); 2) über Beziehung des Electro-Magnetismus zu einem polarisirten Lichtstrahle und Drehung des letzteren unter Vermittelung (Dazwischenkunft) des veränderten Molecular-Zustandes derjenigen Materie, durch welche zugleich der polarisirte Lichtstrahl und der magnetische Strom geleitet werden Phil. Transact. for 1846 P. I. § 2195 und 2215—2221); 3) über die merkwürdige Eigenschaft des Sauerstoff-Gases, als des einzigen paramagnetischen unter allen Gasarten, inen solchen Einfluß auf die Elemente des Erd-Magnetismus auszuüben: daß es, weichem Eisen gleich, nur außerordentlich viel schwächer, durch die vertheilende Wirkung des Erdkörpers, eines permanent gegenwärtigen Magnets, **Polarität***) annimmt (Phil. Tr or 1851 P. I. § 2297—2967)

1849 Emory Magn. Observations made at the Isthmus of Panama.

1849 Prof. **William Thomson** in Glasgow, a mathematical Theory of Magnetism, n den Phil. Transact. for 1851 P. I. p. 243—285. (Ueber das Problem der Vertheilung der magnetischen Kraft vergl. § 42 und 56 mit Poisson in den Mem. de l'Institut 1811 P. I p. 1, P. II. p 163.

1850 **Airy** on the present state and prospects of the Science of terrestrial Magnetism, Fragment einer vielversprechenden Abhandlung.

1852 **Kreil** Einfluß des Mondes auf die magnetische Declination zu Prag in den Jahren 1839—1849. Ueber die früheren Arbeiten dieses genauen Beobachters von 1836 bis 1838 s. Osservazioni sull' intensità e sulla direzione della forza magnetica istiuite negli anni 1836—1838 all' I. R. Osservatorio di Milano p. 171, wie auch Magn. und meteorol. Beobachtungen zu Prag Bd. I. S. 59.

1852 **Faraday** on Lines of magnetic Force and their definite character.

1852 **Sabine's** neue Beweise aus Beobachtungen von Toronto, Hobarton, St. Helena und dem Vorgebirge der guten Hoffnung (1841—1851): daß **überall** in der Morgenstunde von 7—8 Uhr die Magnet-Declination eine Jahresperiode darbietet, in welcher das nördliche Solstitium die größte östliche Elongation, das südliche Solstitium die größte westliche Elongation offenbaren, ohne daß in diesen Solstitial-Epochen (turning periods) die Temperatur der Atmosphäre oder der Erdrinde ein Maximum oder Minimum erleiden. Vergl. den, noch nicht erschienenen 2. Band der Observations made at Toronto p XVII mit den schon oben angeführten zwei Abhandlungen von Sabine über Einfluß der Sonnennähe (Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 216) und der Sonnenflecken (Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 121).

Die chronologische Aufzählung der Fortschritte unserer Kenntniß von dem **Erd-Magnetismus** in der Hälfte eines Jahrhunderts, in dem ich diesem Gegenstande ununterbrochen das wärmste Interesse gewidmet habe, zeigt ein glückliches Streben nach einem

---

tisch. Vergl. über krystallisirte Körper, was nach der Lage gewisser Achsen der scharfsinnige Plücker (Pogg. Ann. Bd. 73, S. 178 und Phil. Transact. for 1851 § 2836—2842) aufgefunden hat. Die Abstoßung durch Wismuth war zuerst von Brugmanns (1778) erkannt, dann von Le Baillif (1827) und Seebeck (1828) gründlicher geprüft. Faraday selbst (§ 2429—2431), Reich und der, schon seit dem Jahre 1836 für die Fortschritte des tellurischen Magnetismus so ununterbrochen thätige Wilhelm Weber haben den Zusammenhang der diamagnetischen Erscheinungen mit denen der **Induction** dargethan (Poggend. Ann. Bd. 73. S. 241 und 253). Weber hat sich nachzuweisen bestrebt, daß der Diamagnetismus seine Quelle in den **Ampère'schen Molecular-Strömen** habe (Wilh. Weber, Abhandlungen über electro-dynamische Maaßbestimmungen 1852 S. 545—570).

*) Zur Hervorbringung dieser **Polarität** werden durch die actio in distans des Erdkörpers die magnetischen Flüssigkeiten in jedem Sauerstoff-Theilchen in bestimmter Richtung und mit bestimmter Kraft um eine gewisse Größe getrennt. Jedes Sauerstoff-Theilchen repräsentirt dadurch einen kleinen Magnet; und alle diese kleinen Magnete reagiren auf einander, wie auf den Erdkörper, und zuletzt, in Verbindung mit diesem, auf eine irgendwo in oder außerhalb des Luftkreises befindlich gedachte Nadel. Die Sauerstoff-Hülle des Erdkreises ist zu vergleichen einer Armatur von weichem Eisen an einem natürlichen oder Stahl-Magnet: der Magnet kugelförmig gedacht gleich der Erde, und die Armatur als Hohlkugel gleich der atmosphärischen Sauerstoff-Hülle. Die Stärke, bis zu der ein jedes Sauerstoff-Theilchen durch die constante Kraft der Erde magnetisirt werden kann (magnetic power), sinkt mit der Temperatur und Verdünnung des Sauerstoff-Gases. Indem eine stete Veränderung der Temperatur und Ausdehnung der Sonne von Ost nach West um den Erdkörper folgt, muß sie demnach auch die Resultate der Kräfte der Erde und der Sauerstoff-Hülle verändern, und dies ist nach **Faraday's Meinung** die Quelle **eines Theiles** der Variationen in den Elementen des Erd-Magnetismus. Plücker findet, daß, da die Kraft, mit welcher der Magnet auf das Sauerstoff-Gas wirkt, der Dichtigkeit des Gases proportional ist, der **Magnet** ein einfaches **eudiometrisches** Mittel darbietet die Gegenwart des freien Sauerstoff-Gases in einem Gas-Gemisch bis auf 1 oder 2 Hunderttheilchen zu erkennen.

zwiefachen Zwecke. Der größere Theil der Arbeiten ist der Beobachtung der magnetischen Thätigkeit des Erdkörpers, der Messung nach Raumverhältnissen und Zeitepochen gewidmet gewesen; der kleinere Theil gehört dem Experimente, dem Hervorrufen von Erscheinungen, welche auf Ergründung des Wesens jener Thätigkeit selbst, der inneren Natur der Magnetkraft, zu leiten verheißen. Beide Wege: messende Beobachtung der Aeußerungen des tellurischen Magnetismus (in Richtung und Stärke) und physikalisches Experiment über Magnetkraft im allgemeinen, haben gegenseitig den Fortschritt unseres Naturwissens belebt. Die Beobachtung allein, unabhängig von jeglicher Hypothese über den Causalzusammenhang der Erscheinungen oder über die, bis jetzt unmeßbare, uns unerreichbare Wechselwirkung der Molecule im Inneren der Substanzen, hat zu wichtigen numerischen Gesetzen geführt. Dem bewundernswürdigen Scharfsinn experimentirender Physiker ist es gelungen, Polarisations-Eigenschaften starrer und gasförmiger Körper zu entdecken, von denen man vorher keine Ahndung hatte, und die in eigenem Verkehr mit Temperatur und Luftdruck stehen. So wichtig und unbezweifelt auch jene Entdeckungen sind, so können sie in dem gegenwärtigen Zustand unseres Wissens doch noch nicht als befriedigende Erklärungsgründe jener Gesetze betrachtet werden, welche bereits in der Bewegung der Magnetnadel erkannt worden sind. Das sicherste Mittel, zur Erschöpfung des veränderlich Meßbaren im Raume, wie zu der Erweiterung und Vollendung der, von Gauß so großartig entworfenen, mathematischen Theorie des Erd-Magnetismus zu gelangen, ist das Mittel der gleichzeitig an vielen gut ausgewählten Punkten der Erde fortgesetzten Beobachtung aller drei Elemente der magnetischen Thätigkeit. Was ich selbst aber ruhmvolles*) von der Verbindung des Experiments und der mathematischen Gedankenverbindung erwarte, habe ich bereits an einem anderen Orte ausgesprochen und durch Beispiele erläutert.

Alles, was auf unserem Planeten vorgeht, kann nicht ohne kosmischen Zusammenhang gedacht werden. Das Wort Planet führt uns an sich schon auf Abhängigkeit von einem Centralkörper, auf die Verbindung mit einer Gruppe von Himmelskörpern sehr verschiedener Größe, die wahrscheinlich einen gleichen Ursprung haben. Sehr früh wurde der Einfluß des Sonnenstandes auf die Aeußerung der Magnetkraft der Erde anerkannt: deutlichst bei Entdeckung der stündlichen Abweichung; dunkler, wie Kepler ein Jahrhundert vorher ahndete, daß alle Achsen der Planeten nach Einer Weltgegend magnetisch gerichtet seien. Kepler sagt ausdrücklich: „daß die Sonne ein magnetischer Körper sei; und daß deshalb in der Sonne die Kraft liege, welche die Planeten bewege." †) Massen-Anziehung und Gravitation erschienen damals unter dem Symbol magnetischer Attraction. Horrebow ‡), der Gravitation nicht mit Magnetismus verwechselte, hat wohl zuerst den Lichtprozeß „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunstkreise durch magnetische Kräfte vorgehendes Nordlicht" genannt. Unseren Zeiten näher (und dieser Unterschied der Meinungen ist sehr bemerkenswerth) sind die Ansichten über die Art der Einwirkung der Sonne entschieden getheilt aufgetreten.

Man hat sich entweder vorgestellt, daß die Sonne, ohne selbst magnetisch zu sein, auf den Erd-Magnetismus nur temperatur-verändernd wirke (Canton, Ampère, Christie, Lloyd, Airy); oder man glaubt, wie Coulomb, die Sonne von einer magnetischen Atmosphäre umhüllt ||), welche ihre Wirkung auf den Magnetismus der Erde durch Ver-

*) Kosmos 4. Buch S. 10 und 11.

†) Kepler in Stella Martis p. 32 und 34. Vergl. damit sein Mysterium cosmogr. cap. 20 p. 71.

‡) Kosmos 3. Buch S. 536, wo aber durch einen Druckfehler Basis Astronomiae statt Clavis Astronomiae steht. Die Stelle (§ 226), in welcher der Lichtproceß der Sonne ein perpetuirliches Nordlicht genannt wird, ist übrigens nicht in der ersten Ausgabe der Clavis Astr. von Horrebow (Havn. 1730) zu suchen; sondern sie steht allein in der, durch einen zweiten Theil vermehrten, neuen Ausgabe derselben in Horrebow's Operum mathematico-physicorum T. I. Havn 1740 pag. 317, indem sie diesem hinzugekommenen zweiten Theile der Clavis angehört. — Vergl. mit Horrebow's Ansicht die ganz ähnlichen von Sir William und Sir John Herschel, Kosmos 3. Buch S. 402 und 482.

||) Mémoires de Mathém. et de Phys. présentés à l'Acad. Roy. des Sc. T. IX 1780 p. 262.

theilung ausübe. Wenn gleich durch Faraday's schöne Entdeckung von der paramagnetischen Eigenschaft des Sauerstoff-Gases die große Schwierigkeit gehoben wird, sich, nach Canton, die Temperatur der *festen* Erdrinde und der Meere als unmittelbare Folge des Durchgangs der Sonne durch den Orts-Meridian schnell und beträchtlich erhöht vorstellen zu müssen; so hat doch die vollständige Zusammenstellung und scharfsinnige Discussion alles meßbar Beobachteten durch den Oberst Sabine als Resultat ergeben, daß die bisher beobachteten periodischen Variationen der magnetischen Thätigkeit des Erdkörpers nicht ihre Ursache in den periodischen Temperatur-Veränderungen des uns zugänglichen Luftkreises haben. Weder die Hauptepochen der täglichen und *jährlichen* Veränderungen der Declination zu verschiedenen Stunden des Tages und der Nacht (und die *jährlichen* hat Sabine zum ersten Male, nach einer übergroßen Zahl von Beobachtungen, genau darstellen können), noch die Perioden der mittleren Intensität der Erdkraft stimmen *) mit den Perioden der *Maxima* und *Minima* der Temperatur der *Atmosphäre* oder der *oberen Erdrinde* überein. Die Wendepunkte in den wichtigsten magnetischen Erscheinungen sind die Solstitien und Aequinoctien. Die Epoche, in welcher die Intensität der Erdkraft am größten ist und in beiden Hemisphären die Inclinations-Nadel dem verticalen Stande sich am nächsten zeigt, ist die der größten Sonnennähe †), wenn zugleich die Erde die größte Translations-Geschwindigkeit in ihrer Bahn hat. Nun aber sind sich in der Zeit der Sonnennähe (December, Januar und Februar) wie in der Zeit der Sonnenferne (Mai, Juni und Juli) die Temperatur-Verhältnisse der Zonen diesseits und jenseits des Aequators geradezu entgegengesetzt; die Wendepunkte der ab- und zunehmenden Intensität, Declination und Inclination können also nicht der Sonne als wärmendem Princip zugeschrieben werden.

Jahresmittel aus den Beobachtungen von München und Göttingen haben dem thätigen Director der kön. bairischen Sternwarte, Prof. Lamont, das merkwürdige Gesetz einer Periode von $10\frac{1}{3}$ Jahren in den Veränderungen der Declination offenbart. ‡) In der Periode von 1841 bis 1850 erreichten die Mittel der monatlichen Declinations-Veränderungen sehr

*) "So far as these four stations (Toronto, Hobarton, St. Helena and the Cape), so widely separated from each other and so diversely situated, justify a generalisation, we may arrive to the conclusion, that at the hour of 7 to 8 A. M. the magnetic declination is *everywhere* subject to a variation of which the period is a year, and which is everywhere similar in character and amount, consisting of a movement of the north end of the magnet from east to west between the northern and the southern solstice, and a return from west to east between the southern and the northern solstice, the amplitude being about 5 minutes of arc. The *turning periods of the year* are not, as many might be disposed to anticipate, *those months, in which the temperature at the surface of our planet, or of the subsoil, or of the atmosphere* (as far as we possess the means of judging of the temperature of the atmosphere) *attaints its maximum and minimum.* Stations so diversely situated would indeed present in these respects *thermic conditions* of great variety: whereas uniformity in the epoch of the *turning* periods is a not less conspicuous feature in the annual variation than similarity of character and numerical value. At all the stations the *solstices* are the turning periods of the annual variation at the hour of which we are treating. — The only periods of the year in which the diurnal or horary variation at that hour does actually disappear, are at the *equinoxes*, when the sun is passing from the one hemisphere to the other, and when the magnetic direction in the course of its annual variation from east to west, or vice versa, coincides with the direction which is the mean declination of all the months and of all the hours. — The *annual variation* is obviously connected with, and dependent on, the *earth's position* in its orbit relatively to the sun, around which it revolves; as the *diurnal variation* is connected with and dependent on the *rotation of the earth* on its axis, by which each meridian successively passes through every angle of inclination to the sun in the round of 24 hours." *Sabine* on the annual and diurnal variations, in dem noch nicht erschienenen 2ten Bande der Observations made at the magn. and meteorol. Observatory at Toronto p. XVII—XX. Vergl. auch seine Abhandlung on the annual variation of the magnetic Declination at different periods of the Day in den Philos. Transact for 1851 P. II. p. 635, und die Einleitung in die Observ. made at the Observatory at Hobarton Vol. I. p. XXXIV—XXXVI.

†) *Sabine* on the means adopted for determining the absolute values, secular change and annual variation of the terrestrial magnetic Force, in den Phil. Transact. for 1850 P. I. p. 216. Auch in Sabine's Eröffnungsrede der Versammlung zu Belfast (Meeting of the Brit. Assoc. in 1852) heißt es: it is a remarkable fact, which has been established, that the magnetic force is greater in both the northern and southern hemispheres in the months of December, January and February, when the Sun is nearest to the earth, than in those of May, June and July, when he is most distant from it: whereas, if the effects were due to temperature, the two hemispheres should be oppositely instead of similarly affected in each of the two periods refferred to.

‡) *Lamont* in Poggend. Annalen 84. B. S. 579.

regelmäßig ihr Minimum 1843½, ihr Maximum 1848½. Ohne diese europäischen Resultate zu kennen, hatte die Vergleichung der monatlichen Mittel derselben Jahre 1843—1848, aus Beobachtungen von Orten gezogen, welche fast um die Größe der ganzen Erdachse von einander entfernt liegen (Toronto in Canada und Hobarton auf Van Diemen's Insel), den Oberst Sabine auf die Existenz einer periodisch wirkenden Störungsursach geleitet. Diese ist von ihm als eine rein kosmische in den ebenfalls zehnjährigen periodischen Veränderungen der Sonnen-Atmosphäre gefunden worden.*) Der fleißigste Beobachter der Sonnenflecken unter den jetzt lebenden Astronomen, Schwabe, hat (wie ich schon an einem anderen Orte†) entwickelt) in einer langen Reihe von Jahren (1826 bis 1850) eine periodisch wechselnde Frequenz der Sonnenflecken aufgefunden: dergestalt, daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen ist. „Ich habe", setzt er hinzu, „nicht Gelegenheit gehabt, eine fortlaufende Reihe älterer Beobachtungen zu untersuchen; stimme aber gern der Meinung bei, daß diese Periode selbst wieder veränderlich sein könne." Etwas einer solchen Veränderlichkeit analoges, Perioden in den Perioden, bieten uns allerdings auch Lichtprocesse in anderen selbstleuchtenden Sonnen dar. Ich erinnere an die von Goodricke und Argelander ergründeten, so complicirten Intensitäts Veränderungen von β Lyrae und Mira Ceti. ‡)

Wenn, nach Sabine, der Magnetismus des Sonnenkörpers sich durch die in der Sonnennähe vermehrte Erdkraft offenbart; so ist es um so auffallender, daß nach Kreil's gründlichen Untersuchungen über den magnetischen Mond-Einfluß dieser sich bisher weder in der Verschiedenheit der Mondphasen, noch in der Verschiedenheit der Entfernung des Mondes von der Erde bemerkbar gemacht hat. Die Nähe des Mondes scheint im Vergleich mit der Sonne nicht die Kleinheit der Masse zu compensiren.‖) Das Hauptergebniß der Untersuchung §) über den magnetischen Einfluß des Erd-Satelliten, welcher nach Melloni nur eine Spur von Wärme-Erregung zeigt, ist: daß die magnetische Declination auf unserer Erde im Verlauf eines Mondtages eine regelmäßige Aenderung erleidet, indem dieselbe zu einem zwiefachen Maximum und zu einem zwiefachen Minimum gelangt. „Wenn der Mond", sagt Kreil sehr richtig, „keine (für die gewöhnlichen Wärmemesser) erkennbare Temperatur-Veränderung auf der Erdoberfläche hervorbringt, so kann er auch in der Magnetkraft der Erde keine Aenderung auf diesem Wege erzeugen; wird nun demohngeachtet eine solche bemerkt, so muß man daraus schließen, daß sie auf einem anderen Wege als durch Erwärmung hervorgebracht werde." Alles, was nicht

---

*) Sabine on periodical laws discoverable in the mean effects of the larger magnetic Disturbances, in den Phil. Transact. for 1852 P. I. p. 131. (Kosmos 4. Buch S. 73 No. 9.)

†) Kosmos 3. Buch S. 541.

‡) A. a. O. S. 238.

‖) Wenn auch die Nähe des Mondes im Vergleich mit der Sonne die Kleinheit seiner Masse nicht zu compensiren scheint, so regt doch die schon als sicher ergründete Veränderung der magnetischen Declination im Verlauf eines Mondtages, lunar-diurnal magnetic variation (Sabine im Report to the Brit. Association at Liverpool 1854 p. 11 und für Hobarton in den Phil. Tr. for 1857 Art. I. p. 6), dazu an die magnetischen Einflüsse des Erd-Satelliten anhaltend zu erspähen. Kreil hat das große Verdienst gehabt, diese Beschäftigung von 1839 bis 1852 mit vieler Sorgfalt fortzusetzen (s. dessen Abhandlung über den Einfluß des Mondes auf die horizontale Componente der magnetischen Erdkraft, in den Denkschriften der Wiener Akademie der Wiss., mathem. naturwiss. Classe 5. B. 1853 S. 45 und Phil. Tr. for 1856 Art. XXII). Da seine mehrjährigen, zu Mailand und Prag angestellten Beobachtungen die Behauptung unterstützten, daß beide der Mond wie die Sonnenflecken eine zehnjährige Declinations-Periode verursache, so veranlaßte diese wichtige Behauptung den General Sabine zu einer großen Arbeit. Er fand, daß der schon für Toronto in Canada bei Anwendung einer eigenthümlichen, sehr genauen Rechnungsform ergründete alleinige Einfluß der Sonne auf eine zehnjährige Periode sich in allen drei Elementen des Erd-Magnetismus (Phil. Tr for 1856 p. 361) durch den Reichthum von achtjährigen stündlichen Beobachtungen, zu Hobarton vom Januar 1841 bis December 1848 angestellt, wiedererkennen lasse. Beide Hemisphären gaben so dasselbe Resultat für die Wirkung der Sonne, so wie zugleich aber auch die Gewißheit: "that the lunar-diurnal variation corresponding to different years shows no conformity to the inequality manifested in those of the solar-diurnal variation. The earth's inductive action, reflected from the moon, must be of a very little amount.". Sabine in den Phil. Tr. for 1857 Art. I. p. 7 und in den Proceedings of the Royal Soc. Vol. VIII. No. 20 p. 404.) Da der magnetische Theil dieses Bandes vor fast drei Jahren gedruckt worden ist, so schien es für diesen, mir so lange befreundeten Gegenstand besonders nothwendig, ihn durch einige Nachträge zu ergänzen.

§) Kreil, Einfluß des Mondes auf die magnetische Declination 1852 S. 27, 29 und 46.

als das Product einer einzigen Kraft auftritt, kann, wie beim Monde, erst durch Ausscheidung vieler fremdartigen Störungs-Elemente als für sich bestehend erkannt werden.

Werden nun auch bis jetzt die entschiedensten und größten Variationen in den Aeußerungen des tellurischen Magnetismus nicht durch Maxima und Minima des Temperatur-Wechsels befriedigend erklärt; so ist doch wohl nicht zu bezweifeln, daß die große Entdeckung der polarischen Eigenschaft des Sauerstoffs in der gasförmigen Erdumhüllung, bei tieferer und vollständigerer Einsicht in den Proceß magnetischer Thätigkeit, in naher Zukunft zum Verstehen der Genesis dieses Processes ein Element darbieten wird. Es ist bei dem harmonischen Zusammenwirken aller Kräfte undenkbar, daß die eben bezeichnete Eigenschaft des Sauerstoffs und ihre Modification durch Temperatur-Erhöhung keinen Antheil an dem Hervorrufen magnetischer Erscheinungen haben sollte.

Ist es, nach Newton's Ausspruch, sehr wahrscheinlich, daß die Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern (zu einem und demselben Planetensystem) gehören, großentheils dieselben sind *); so steht durch inductive Schlußart zu vermuthen, daß nicht auf unserem Erdball allein der gravitirenden Materie eine electro-magnetische Thätigkeit verliehen sei. Die entgegengesetzte Annahme würde kosmische Ansichten mit dogmatischer Willkühr einengen. Coulomb's Hypothese über den Einfluß der magnetischen Sonne auf die magnetische Erde widerspricht keiner Analogie des Erforschten.

Wenn wir nun zu der rein objectiven Darstellung der magnetischen Erscheinungen übergehen, wie sie unser Planet in den verschiedenen Theilen seiner Oberfläche und in seinen verschiedenen Stellungen zum Centralkörper darbietet; so müssen wir in den numerischen Resultaten der Messung genau die Veränderungen unterscheiden, welche in kurze oder sehr lange Perioden eingeschlossen sind. Alle sind von einander abhängig, und in dieser Abhängigkeit sich gegenseitig verstärkend oder theilweise aufhebend und störend: wie in bewegten Flüssigkeiten Wellenkreise, die sich durchschneiden. Zwölf Objecte bieten sich der Betrachtung vorzugsweise dar:

zwei Magnetpole, ungleich von den Rotations-Polen der Erde entfernt, in jeder Hemisphäre einer; es sind Punkte des Erdsphäroids, in denen die magnetische Inclination = 90° ist und in denen also die horizontale Kraft verschwindet;

der magnetische Aequator: die Curve, auf welcher die Inclination der Nadel = 0 ist;

die Linien gleicher Declination und die, auf welchen die Declination = 0 ist (isogonische Linien und Linien ohne Abweichung);

die Linien gleicher Inclination (isoklinische Linien);

die vier Punkte größter Intensität der magnetischen Erdkraft, zwei von ungleicher Stärke in jeder Hemisphäre;

die Linien gleicher Erdkraft (isodynamische Linien);

die Wellenlinie, welche auf jedem Meridian die Erdpunkte schwächster Intensität der Kraft mit einander verbindet und auch bisweilen ein dynamischer Aequator genannt †) worden ist; es fällt diese Wellenlinie weder mit dem geographischen noch mit dem magnetischen Aequator zusammen;

die Begrenzung der Zone meist sehr schwacher Intensität, in der die stündlichen Veränderungen der Magnetnadel, nach Verschiedenheit der Jahreszeiten, abwechselnd vermittelnd ‡) an den Erscheinungen beider Halbkugeln Theil nehmen.

---

*) Kosmos 1. Buch S. 65, auf die Meteorsteine angewandt: wie 3. Buch S. 609.

†) Vergl. Mary Somerville in ihrer kurzen, aber lichtvollen, auf Sabine's Arbeiten gegründeten Darstellung des Erd-Magnetismus, Physical Geography Vol. II. p. 102. Sir John Roß, der diese Curve schwächster Intensität auf seiner großen antarctischen Expedition Dec. 1839 durschnitt (lat. 19° südl. und long. 31° 35′ westl.), und das große Verdienst hat ihre Lage in der südlichen Hemisphäre zuerst bestimmt zu haben, nennt sie den Equator of less intensity. S. dessen Voy. to the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 22.

‡) "*Stations of an intermediate* character situated

Ich habe in dieser Aufzählung das Wort **Pol** allein für die zwei Erdpunkte, in denen die horizontale Kraft verschwindet, beibehalten, weil oft, wie schon bemerkt worden ist, in neuerer Zeit diese Punkte (die wahren Magnetpole), in denen die Intensitäts-Maxima keinesweges liegen, mit den vier **Erdpunkten größter** Intensität verwechselt worden sind. *) Auch hat Gauß gezeigt, daß es schädlich sei die Chorde, welche die beiden Punkte verbindet, in denen auf der Erdoberfläche die Neigung der Nadel = 90° Grad ist, durch die Benennung: **magnetische Achse der Erde** auszeichnen zu wollen. †) Der innige Zusammenhang, welcher zwischen den hier aufgezählten Gegenständen herrscht, macht es glücklicherweise möglich die verwickelten Erscheinungen des **Erd-Magnetismus** nach drei Aeußerungen der einigen, thätigen Kraft (**Intensität, Inclination** und **Declination**) unter drei Gesichtspunkte zu concentriren.

Intensität.

Die Kenntniß des wichtigsten Elements des tellurischen Magnetismus, die unmittelbare Messung der Stärke der totalen Erdkraft, ist spät erst der Kenntniß von den Verhältnissen der Richtung dieser Erdkraft in horizontaler und verticaler Ebene (Declination und Inclination) gefolgt. Die Schwingungen, aus deren Dauer die Intensität geschlossen wird, sind erst am Schluß des 18ten Jahrhunderts ein Gegenstand des Experiments, in der ersten Hälfte des 19ten ein Gegenstand ernster und fortgesetzter Untersuchung geworden. Graham (1723) maß die Schwingungen seiner Inclinations-Nadel in der Absicht, zu versuchen, ob sie ‡) constant wären, und um das Verhältniß der sie dirigirenden Kraft zur Schwere zu finden. Der erste Versuch, die Intensität des Magnetismus an von einander weit entfernten Punkten der Erde durch die Zahl der Oscillationen in gleichen Zeiten zu prüfen, geschah durch Mallet (1769). Er fand mit sehr unvollkommenen Apparaten die Zahl der Oscillationen zu Petersburg (Br. 59° 56′) und zu Ponoi (67° 4′) völlig gleich, ||) woraus die, bis auf Cavendish fortgepflanzte, irrthümliche Meinung entstand, daß die Intensität der Erdkraft unter allen Zonen dieselbe sei. Borda hatte zwar nie, wie er mir oft erzählt, aus theoretischen Gründen diesen Irrthum getheilt, eben so wenig als vor ihm Le Monnier; aber auch Borda hinderte die Unvollkommenheit seiner Neigungs-Nadel (die Friction, welche dieselbe auf den Zapfen erlitt) Unterschiede der Magnetkraft während seiner Expedition nach den canarischen Inseln (1776) zwischen Paris, Toulon, Santa Cruz de Teneriffa und Gorée in Senegambien, in einem Raume von 35 Breitengraden, zu entdecken (Voyage de la Péreuse T. I. p. 162). Mit verbesserten Instrumenten wurden zum ersten Male diese Unterschiede auf der unglücklichen Expedition von La Pérouse in den Jahren 1785 und 1787 von Lamanon aufgefunden und von Macao aus dem Secretär der Pariser Akademie mitgetheilt. Sie blieben, wie ich schon früher (4. Buch S. 668) erinnert, unbeachtet und, wie so vieles andere, in den akademischen Archiven vergraben.

Die ersten veröffentlichten Intensitäts-Beobachtungen, ebenfalls auf Borda's Aufforderung angestellt, sind die meiner **Reise nach den Tropenländern des Neuen Continents** von den Jahren 1798—1804. Frühere von meinem Freunde de Rossel (1791 und 1794) in den indischen Meeren eingesammelte Resultate über die magnetische Erdkraft sind erst vier Jahre nach meiner Rückkunft aus Mexico im Drucke erschienen. Im Jahre 1829 wurde mir der Vorzug, die Arbeit über Intensität und Inclination von

---

between the northern and southern magnetic hemisheres, partaking, although in opposite seasons, of those contrary features which separateley prevail (in the two hemispheres) throughout the year." **Sabine** in den Phil. Transact for 1847 P. I. p. 53 und 57.

*) Der Pole of Intensity ist nicht der Pole of Ver[illegible] Transact for 1846 P. III. p. 255.

†) **Gauß**, allgem. Theorie des Erd-Magnetismus § 31.

‡) Philos. Transact. Vol. XXXIII. for 1724, 1725 p. 332 ("to try, if the Dip and Vibrations wer constant and regular").

||) Novi Comment. Acad. scient. Petropol. T. XIV. pro anno 1769 Pars 2. p. 83. S. auch **Le Monnier**, Lois du Magnétisme comparées aux observations 1776 p. 50.

der Südsee aus noch volle 188 Längengrade gegen Osten bis in die chinesische Dzungarei fortsetzen zu können, und zwar ⅔ dieser Erdhälfte durch das Innere der Continente. Die Unterschiede der Breite sind 72° (von 60° nördlicher bis 12° südlicher Breite) gewesen.

Wenn man die Richtung der einander umschließenden isodynamischen Linien (Curven gleicher Intensität) sorgfältig verfolgt und von den äußeren, schwächeren, zu den inneren, allmälig stärkeren, übergeht: so werden bei der Betrachtung der tellurischen Kraftvertheilung des Magnetismus für jede Hemisphäre, in sehr ungleichen Abständen von den Rotations- wie von den Magnetpolen der Erde zwei Punkte (foci) der Maxima der Intensität, ein stärkerer und ein schwächerer erkannt. Von diesen 4 Erdpunkten liegt in der nördlichen Hemisphäre*) der stärkere (amerikanische) in Br. + 52° 19′ und Länge 94° 20′ W., der schwächere (oft der sibirische genannt) in Br. + 70°? Länge 117° 40′ O., vielleicht einige Grade minder östlich. Auf der Reise von Barschinsk nach Jakutsk fand Erman (1829) die Curve der größten Intensität (1,742) bei Beresowski Ostrow in Länge 115° 31′ O., Br. + 59° 44′ (Erman, Magnet. Beob. S. 172 und 540; Sabine in den Phil Transact. for 1850 P. I. p. 218). Von beiden Bestimmungen ist die des amerikanischen Focus, besonders der Breite nach sichrere, „der Länge nach wahrscheinlich etwas zu westlich". Das Oval, welches den stärkeren nördlichen Focus einschließt, liegt demnach im Meridian des Westendes des Lake Superior, zwischen der südlichen Extremität der Hudsonsbai und der des canadischen Sees Winipeg. Man verdankt diese Bestimmung der wichtigen Landexpedition des ehemaligen Directors der magnetischen Station von St. Helena, des Artillerie-Hauptmanns Lefroy, im Jahr 1843. „Das Mittel der Lemniscate, welche den stärkeren und schwächeren Focus verbindet, scheint nordöstlich von der Berings-Straße, näher dem asiatischen Focus als dem amerikanischen, zu liegen."

Als ich in der peruanischen Andeskette der südlichen Hemisphäre, in Breite — 7° 2′ und Länge 81° 8′ W., den magnetischen Aequator, die Linie, auf der die Neigung = 0 ist, zwischen Micuipampa und Caxamarca (1802) durchschnitt, und von diesem merkwürdigen Punkte an die Intensität gegen Norden und Süden hin wachsen sah; so entstand in mir, da es damals und noch lange nachher an allen Vergleichungspunkten fehlte, durch eine irrige Verallgemeinerung des Beobachteten, die Meinung: daß vom magnetischen Aequator an die Magnetkraft der Erde bis nach beiden Magnetpolen ununterbrochen wachse, und daß wahrscheinlich in diesen (da, wo die Neigung = 90° wäre) das Maximum der Erdkraft liege. Wenn man zum ersten Male einem großen Naturgesetz auf die Spur kommt, so bedürfen die früh aufgefaßten Ansichten meist einer späteren Berichtigung. Sabine †) hat durch eigene Beobachtungen (1818 bis 1822), die er in sehr verschiedenen Zonen anstellte wie durch scharfsinnige Zusammenstellung vieler fremder (da die Schwingungs-Versuche von verticalen und horizontalen Nadeln nach und nach allgemeiner wurden) erwiesen: daß Intensität und Neigung sehr verschiedenartig modificirt werden; daß das Minimum der Erdkraft in vielen Punkten fern von dem magnetischen Aequator liege; ja daß in den nördlichsten Theilen von Canada und des arctischen Hudsonlandes, von Br. 52° ½ bis zum Magnetpole (Br. 70°), unter dem Meridian von ohngefähr 94° bis 95° westl. Länge, die Intensität, statt zu wachsen, abnimmt. In dem von Lefroy aufgefundenen canadischen Focus der größten Intensität in der nördlichen Hemisphäre war 1845 die Neigung der

---

*) Es ist zu erinnern, daß bei den astronomischen Ortsbestimmungen das Zeichen + vor der Zahl die nördliche, das Zeichen — vor derselben die südliche Breite ausdrückt; wie O. und W. nach den Längengraden stets den östlichen oder westlichen Abstand vom Meridian von Paris, nicht von Greenwich (wenn in einigen Fällen es nicht ausdrücklich bemerkt ist), andeuten. Wo einzelne Abhandlungen des Obersten Sabine nicht namentlich in den Anmerkungen des Kosmos citirt sind, ist in dem Abschnitt vom tellurischen Magnetismus durch Anführungszeichen kenntlich gemacht, was den handschriftlichen Mittheilungen jenes mir befreundeten Gelehrten entnommen wurde.

†) Fifth Report of the British Association p 72, seventh Report p. 64 and 68; Contributions to terrestrial Magnetism No. VII in den Philos. Transact. for 1846 P. III. p. 254.

Nadel erst 73° 7′, und in beiden Hemisphären findet man die Maxima der Erdkraft neben vergleichungsweise geringer Neigung.*)

So vortrefflich und reichhaltig auch die Fülle der Intensitäts-Beobachtungen ist, die wir den Expeditionen von Sir James Roß, von Moore und Clerk in den antarctischen Polarmeeren verdanken, so bleibt doch noch über die Lage des stärkeren und schwächeren Focus in der südlichen Halbkugel viel Zweifel übrig. Der erste der eben genannten Seefahrer hat die isodynamischen Curven vom höchsten Werth der Intensität mehrfach durchschnitten, und nach einer genauen Discussion seiner Beobachtungen setzt Sabine den einen Focus in Br. — 64° und Länge 135° 10′ Ost. Roß selbst, in dem Bericht †) seiner großen Reise, vermuthet den Focus in der Nähe der von d'Urville entdeckten Terre d'Adélie, also ungefähr in Br. — 67°, Länge 137° 40′ Ost. Dem anderen Focus meint er sich zu nahen in — 60° Br. und 127° 20′ westlicher Länge; war aber doch geneigt denselben viel südlicher, unweit des Magnetpoles, also in einen östlicheren Meridian, zu setzen. ‡)

Nach Festsetzung der Lage der 4 Maxima der Intensität muß das Verhältniß der Kräfte selbst angegeben werden. Diese Angaben geschehen entweder nach dem mehrfach berührten älteren Herkommen, d. i. in Vergleich mit der Intensität, welche ich in einem Punkte des magnetischen Aequators gefunden, den die peruanische Andeskette in Br. — 7° 2′ und Länge 81° 8′ W. durchschneidet; oder nach den frühesten Vorschlägen von Poisson und Gauß in a b s o l u t e r Messung. ||) Nach der r e l a t i v e n Scale, wenn die Intensität auf dem eben bezeichneten Erdpunkte im magnetischen Aequator = 1,000 gesetzt wird, sind, da man das Intensitäts-Verhältniß von Paris im Jahr 1827 (4. Buch S. 671) zu dem von London ermittelt hat, die Intensitäten in diesen zwei Städten 1,348 und 1,372. Uebersetzt man diese Zahlen in die a b s o l u t e Scale, so würden sie ohngefähr 10,20 und 10,38 heißen; und die Intensität, welche für Peru = 1,000 gesetzt worden ist, würde nach Sabine in absoluter Scale = 7,57 sein: also sogar noch größer als die Intensität in St. Helena, die in derselben absoluten Scale = 6,4 ist. Alle diese Zahlen werden noch wegen Verschiedenheit der Jahre, in denen die Vergleichungen geschahen, neue Veränderungen erleiden. Sie sind in beiden Scalen, der relativen (arbitrary scale) und der, vorzuziehenden, absoluten, nur als provisorisch zu betrachten; aber auch bei dem jetzigen unvollkommneren Grade ihrer Genauigkeit werfen sie ein helles Licht auf die Vertheilung der Erdkraft: ein Element, über das man noch vor einem halben Jahrhunderte in der tiefsten Unwissenheit war. Sie gewähren, was kosmisch am wichtigsten ist, h i s t o r i s c h e Ausgangspunkte für die Kraftveränderungen, welche künftige Jahrhunderte offenbaren werden, vielleicht durch Abhängigkeit der Erde von der auf sie einwirkenden Magnetkraft der Sonne.

In der nördlichen Hemisphäre ist am befriedigendsten durch Lefroy die Intensität des s t ä r k e r e n canadischen Focus (unter Br. + 52° 19′, Länge 94° 20′ W.) bestimmt. Es wird dieselbe in der r e l a t i v e n Scale durch 1,878 ausgedrückt, wenn die Intensität

---

*) S a b i n e im Seventh Report of the Brit. Assoc. p. 77.

†) Sir James R o ß, Voy. in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. pag. 322. Der große Seefahrer durchschnitt zweimal zwischen Kerguelen und Van Diemen die Curve größter Intensität: zuerst in Br. — 46° 44′, Länge 126° 6′ Ost, wo die Intensität bis 2,034 anwuchs, um östlich gegen Hobarton hin bis 1,824 abzunehmen (Voy. Vol. I. p. 103 und 104); dann ein Jahr später, vom 1. Januar bis 3. April 1841, wo nach dem Schiffsjournal des Erebus von Br. — 77° 47′ (Lg. 173° [illegible] bis Br. — 51° 16′ (Lg. 134° 30′ O.) [illegible] ununterbrochen über 2,00, selbst 2,[illegible] 1843 P. II. p. 211 [illegible] einen Focus der [illegible] 135° 10′ Ost), das ich in dem Text gegeben, ist aus den Beobachtungen von Sir James Roß vom 19. bis 27. März 1841 genommen (crossing the southern isodynamic ellipse of 2,00 about midway between the extremities of its principal axis) zwischen Br. — 58° und 64° 26′, Länge 126° 20′ und 146° 0′ Ost (Contrib. to terr. Magn. in den Philos. Transact. for 1846 P. III. p. 252).

‡) R o ß, Voyage Vol. II. p. 224. Nach den Reise-Instructionen wurden die beiden südlichen Foci des Maximums der Intensität vermuthet (Vol. I. p. XXXVI) in Br. — 47°, Lg. 140° O. und Br. — 60°, Lg. 235° O. (Meridian von Greenwich).

||) Philos. Transact. for 1850 P. I. p. 201; Admiralty Manual 1849 p. 16; E r m a n, Magnetische Beob. S. 437—454.

von London 1,372 ist; in der **absoluten** Scale*) durch 14,21. Schon in Neu-York (Br. + 40° 42′) hatte Sabine die Magnetkraft nicht viel schwächer (1,803) gefunden. Für den schwächeren sibirischen, nördlichen Focus (Br.? + 70°, Lg. 117° 40′ O.) wird sie von Erman in relativer Scale 1,74; von Hansteen 1,76: d. i. in absoluter Scale zu 13,3 angegeben. Die antarctische Expedition von Sir James Roß hat gelehrt, daß der Unterschied der beiden Foci in der südlichen Hemisphäre wahrscheinlich schwächer als in der nördlichen ist, aber daß **jeder** der beiden südlichen Foci die beiden nördlichen an Kraft überwiegt. Die Intensität ist in dem stärkeren südlichen Focus (Br. — 64°, Lg. 135° 10′ O.) in der relativen Scale†) wenigstens 2,06; in absoluter Scale 15,60: in dem schwächeren südlichen Focus‡) (Br. — 60°, Lg. 127° 20′ W.?), ebenfalls nach Sir James Roß, in relativer Scale 1,96; in absoluter Scale 14,90. Der größere oder geringere Abstand der beiden Foci derselben Hemisphäre von einander ist als ein wichtiges Element ihrer individuellen Stärke und der ganzen Vertheilung des Magnetismus erkannt worden. „Wenn auch die Foci der südlichen Halbkugel eine auffallend stärkere Intensität (in absolutem Maaß 15,60 und 14,90) darbieten als die Foci der nördlichen Halbkugel (14,21 und 13,30), so wird doch im ganzen die Magnetkraft der einen Halbkugel für nicht größer als die der anderen erachtet.

Ganz anders ist es aber, wenn man das Erdsphäroid in einen östlichen und westlichen Theil nach den Meridianen von 100° und 280° (Greenwicher Länge, von West nach Ost gerechnet) dergestalt schneidet: daß die östliche Hemisphäre (die mehr continentale) Süd-Amerika, den atlantischen Ocean, Europa, Afrika und Asien fast bis zum Baikal; die westliche (die mehr oceanische und insulare) fast ganz Nordamerika, die weite Südsee, Neu-Holland und einen Theil von Ost-Asien einschließt.“ Die bezeichneten Meridiane liegen, der eine ohngefähr 4° westlich von Singapore, der andere 13° westlich vom Cap Horn, im Meridian selbst von Guayaquil. Alle 4 Foci des Maximums der Magnetkraft, ja die zwei Magnetpole gehören der westlichen Hemisphäre an.||)

Adolf Erman's wichtiger Beobachtung der kleinsten Intensität im atlantischen Ocean östlich von der brasilianischen Provinz Espiritu Santo (Br. — 20°, Lg. 37° 24′ W.) ward bereits im Naturgemälde§) gedacht. Er fand in relativer Scale 0,7062 (in absoluter 5,35). Diese Region der schwächsten Intensität ist auch auf der antarctischen Expedition¶) von Sir James Roß zweimal durchschnitten worden, zwischen Br. — 19° und — 21°; ebenso von Lieut. Sulivan und Dunlop auf ihrer Fahrt nach den Falklands-Inseln.**) Auf der isodynamischen Karte des ganzen atlantischen Oceans hat Sabine die Curve der kleinsten Intensität, welche Roß den Equator of less intensity nennt, von Küste zu Küste

---

*) Auf der Karte der isodynamischen Linien von Nordamerika, die zu **Sabine's** Abhandlung: Contributions te torrestrial Magnetism No. VII gehört, steht aus Versehen 14,88 statt 14,21. Die letztere, wahre Zahl ist aber im Text derselben Abhandlung p. 252 zu lesen. In dem Zusatz zu Note 158 im 1sten Bande der englischen Uebersetzung des Kosmos p. 414 steht auch durch einen Druckfehler 13,9 statt 14,21.

†) Ich folge für 15,60 der Angabe in **Sabine's** Contrib. No. VII p. 252. Aus dem magnetischen Journal des Erebus (Philos. Transact. for 1843 P. II. p. 169 und 172) ersieht man, daß auf dem Eise am 8. Februar 1841 (in Br. — 77° 47′ und Lg. 175° 2′ W.) vereinzelte Beobachtungen selbst 2,124 gaben. Der Werth der Intensität 15,60 in absoluter Scale setzt die Intensität in Hobarton provisorisch zu 13,51 voraus (magn. and meteorol. Observations made at Hobarton Vol. I. p. LXXV). Es ist aber dieselbe neuerdings (Vol. II. p. XLVI) um etwas vergrößert worden, zu 13,56. In dem Admiralty Manual p. 17 finde ich den südlichen stärkeren Focus in 15,8 verwandelt.

‡) **Sabine** in der englischen Uebersetzung des **Kosmos** Vol. I. p. 414.

||) S. die interessante Darstellung: Map of the World, divided into Hemispheres by a plane, coinciding with the Meridians of 100 and 280 E. of Greenwich, exhibiting the unequal distribution of the Magnetic Intensity in the two Hemispheres, Plate V; in den Proceedings of the Brit. Assoc. at Liverpool 1837 p. 72—74. Die Theilung ist, nach dem Pariser Meridian gerechnet, Länge 97° 40′ Ost und 82° 20′ West. Fast ununterbrochen fand Erman die Intensität der Erdkraft unter 0,76 (also sehr schwach) in der südlichen Zone von Br. — 24° 25′ bis Br. — 13° 18′, zwischen 37° 10′ und 35° 4′ westl. Länge.

§) **Kosmos** 1. Buch Seite 96.

¶) Voyage in the Southern Seas Vol. I. p. 22 und 27. S. oben S. 681.

**) S. das Schiffsjournal von Sulivan und Dunlop in den Philos. Transact for 1840 P. I. p. 143. Sie fanden als Minimum aber nur 0,800.

dargestellt. Sie schneidet das west-afrikanische Litteral von Benguela bei der portugiesischen Colonie Mossamedes (Br. — 15°), hat in der Mitte des Oceans ihren concaven Scheitel in Lg. 20° 20′ W., und erhebt sich zur brasilianischen Küste bis — 20° Breite. Ob nicht nördlich vom Aequator (Br. + 10° bis 12°), etwa 20 Grade östlich von den Philippinen, eine andere Zone ziemlich schwacher Intensität (0,97 rel. Scale) liegt, werden künftige Untersuchungen in ein klareres Licht setzen.

An dem früher von mir gegebenen Verhältniß der schwächsten Erdkraft zur stärksten, die bisher aufgefunden ist, glaube ich nach den jetzt vorhandenen Materialien wenig ändern zu müssen. Das Verhältniß fällt zwischen 1: 2½ und fast 1: 3, der letzteren Zahl näher; die Verschiedenheit der Angaben*) entsteht daraus, daß man bald die Minima allein, bald Minima und Maxima zugleich etwas willkührlich verändert. Sabine†) hat das große Verdienst, zuerst auf die Wichtigkeit des dynamischen Aequators (Curve der schwächsten Intensität) aufmerksam gemacht zu haben. „Diese Curve verbindet die Punkte jedes geographischen Meridians, in denen die Erdkraft am geringsten ist. Sie läuft in vielfachen Undulationen um den Erdkreis; zu beiden Seiten derselben nimmt die Erdkraft gegen die höheren Breiten jeglicher Hemisphäre zu. Sie bezeichnet dergestalt die Grenze zwischen den beiden magnetischen Halbkugeln auf eine noch entschiednere Weise als der magnetische Aequator, auf welchem die Richtung der Magnetkraft senkrecht auf der Richtung der Schwerkraft steht. Für die Theorie des Magnetismus ist alles, was sich unmittelbar auf die Kraft bezieht, von noch größerer Wichtigkeit, als was sich auf die Richtung der Nadel, auf ihre horizontale oder senkrechte Stellung, bezieht. Die Krümmungen des dynamischen Aequators sind mannigfach, da sie von Kräften abhangen, welche vier Punkte (Foci) der größten Erdkraft, unsymmetrisch und unter sich wiederum an Stärke verschieden, hervorbringen. Merkwürdig in diesen Inflexionen ist besonders die große Convexität gegen den Südpol im atlantischen Ocean, zwischen den Küsten von Brasilien und dem Vorgebirge der guten Hoffnung.

Nimmt die Intensität der Erdkraft in uns erreichbaren Höhen bemerkbar ab? im Inneren der Erde bemerkbar zu? Das Problem, welches diese Fragen zur Lösung vorlegen, ist für Beobachtungen, die in oder auf der Erde gemacht werden, überaus complicirt: weil, um die Wirkung beträchtlicher Höhen auf Gebirgsreisen mit einander zu vergleichen, wegen der großen Masse der Berge die oberen und unteren Stationen selten einander nahe genug liegen; weil die Natur des Gesteins und die gangartig einbrechenden, nicht sichtbaren Mineralien, ja die nicht genugsam bekannten ständlichen und zufälligen Veränderungen der Intensität bei nicht ganz gleichzeitigen Beobachtungen die Resultate modificiren. Es wird so oft der Höhe (oder Tiefe) allein zugeschrieben, was beiden keinesweges angehört. Zahlreiche Bergwerke, welche ich in Europa, in Peru, Mexico und Sibirien zu sehr beträchtlichen Tiefen besucht, haben mir nie Localitäten dargeboten, die irgend ein Vertrauen‡) einflößen konnten. Dazu sollte man bei Angabe der Tiefen die perpendicularen Unterschiede + und —, vom Meerhorizonte an gerechnet, (der eigentlichen mittleren Oberfläche des Erdsphäroids) nicht außer Acht lassen. Die Grubenbaue zu Joachimsthal in Böhmen

---

*) Man erhält 1:2,44, wenn man in absoluter Scale St. Helena 6,4 mit dem stärkeren Focus am Südpol 15,60 vergleicht; 1:2,47 durch Vergleichung von St. Helena mit dem zu 15,8 vergrößerten südlichen Maximum (Admir. Manual p. 17); 1:2,91 durch Vergleichung in relativer Scale von Erman's Beobachtung im atlantischen Ocean (0,706) mit dem südlichen Focus (2,06); man erhält 1:2,95, wenn man in absoluter Scale die schwächste Angabe desselben ausgezeichneten Reisenden ([illegible]) mit der stärksten Angabe für den südlichen Focus (15,8) zusammenstellt. Eine Mittelzahl wäre 1:2,69. Vergl. für die Intensität von St. Helena (6,4 in absoluter oder 0,845 in relativer Scale) die früheren Beobachtungen von Fitz-Roy (0,836) Philos. Transact. for 1847 P. I. p. 52 und Proceedings of the meeting at Liverpool p. 56.

†) Vergl. die engl. Uebers. des Kosmos Vol. I. p. 413 und Contrib. to terrestr. Magnetism. No. VII p. 256.

‡) Welche Art der Täuschung kann in den Kohlenbergwerken von Flenu zu dem Resultat geführt haben, daß im Inneren der Erde in 83 Fuß Tiefe die Horizontal-Intensität schon um 0,001 wachse? Journal de l'Institut 1845 Avril p. 146. In einem englischen tiefen Bergwerke, 950 Fuß unter dem Meeresspiegel, fand Henwood gar keine Zunahme der Kraft (Brewster, Treatise on Magn. p. 275).

haben fast 2000 Fuß absoluter Tiefe erreicht, und gelangen doch nur zu einer Gesteinschicht die drittehalb-hundert Fuß *über* dem Meeresspiegel liegt.*) Ganz andere und günstigere Verhältnisse bieten die Luftfahrten dar. Gay-Lussac hat sich bis zu 21,600 Fuß Höhe über Paris erhoben; also ist die größte *relative* Tiefe, welche man in Europa mit Bohrlöchern erreicht hat, kaum 1/11 jener Höhe. Meine eigenen Gebirgs-Beobachtungen zwischen den Jahren 1799 und 1806 haben mir die Abnahme der Erdkraft mit der Höhe im ganzen *wahrscheinlich* gemacht, wenn gleich (aus den oben angeführten Störungs-Ursachen) mehrere Resultate dieser vermutheten Abnahme widersprechen. Ich habe Einzelheiten aus meinen 125 Intensitäts-Messungen in der Andeskette, den schweizer Alpen, Italien und Deutschland ausgewählt und in einer Note †) zusammengestellt. Die Beobachtungen gehen von der Meeresfläche bis zu einer Höhe von 14960 Fuß, bis zur Grenze des ewigen Schnees; aber die größten Höhen haben mir nicht die sichersten Resultate gegeben. Am befriedigendsten sind gewesen der steile Abfall der Silla de Caracas, 8105 Fuß, nach der ganz nahen Küste von La Guayra; das, gleichsam über der Stadt Bogota schwebende Santuario de N.ra S.ra de Guadalupe, auf einem Absatz gegründet an steiler Felswand von Kalkstein, mit einem Höhen-Unterschied von fast 2000 Fuß; der Vulkan von Purace, 8200 Fuß hoch über der Plaza mayor der Stadt Popayan. Kupffer im Kaukasus ‡), Forbes in vielen Theilen von Europa, Laugier und Mauvais auf dem Canigou, Bravais und Martins auf dem Faulhorn und bei ihrem kühnen Aufenthalte ganz nahe dem Gipfel des Montblanc haben allerdings die mit der Höhe abnehmende Intensität des Magnetismus bemerkt; ja die Abnahme schien nach der allgemeinen Discussion von Bravais sogar schneller in den Pyrenäen als in der Alpenkette. ||)

Quetelet's ganz entgegengesetzte Resultate auf einer Reise von Genf nach dem Col de Balme und dem Großen Bernhard machen, zu einer endlichen und entscheidenden Beantwortung einer so wichtigen Frage, es doppelt wünschenswerth, daß man sich von der Erd-

*) Kosmos 1. Buch S. 79; 4. Buch S. 655.

†) Eine Verminderung der Magnet-Intensität mit der Höhe folgt in meinen Beobachtungen aus den Vergleichungen der Silla de Caracas (8105 Fuß über dem Meere; Kraft 1,188) mit dem Hafen la Guayra (Höhe 0 F.; Kraft 1,262) und der Stadt Caracas (Höhe 2484 F.; Kraft 1,209); aus der Vergleichung der Stadt Santa Fé de Bogota (Höhe 8190 F.; Kraft 1,147) mit der Capelle von Nuestra Señora de Guadalupe (Höhe 10128 F.; Kraft 1,127), die in größter Nähe unmittelbar an einer steilen Felswand wie ein Schwalbennest über der Stadt hängt; aus der Vergleichung des Vulkans von Purace (Höhe 13650 F.; Kraft 1,077) mit dem Gebirgsdörfchen Purace (Höhe 8136 F.; Kraft 1,087) und mit der nahen Stadt Popayan (Höhe 5466 F.; Kraft 1,117); aus der Vergleichung der Stadt Quito (Höhe 8952 F.; Kraft 1,067) mit dem Dorfe San Antonio de Lulumbamba (Höhe 7650 F.; Kraft 1,087), in einer nahen Felskluft liegend, unmittelbar unter dem geographischen Aequator. Widersprechend waren die höchsten Oscillations-Versuche, die ich je gemacht, in einer Höhe von 14960 Fuß, an dem Abhange des längst erloschnen Vulkans Antisana, gegenüber dem Chussulongo. Die Beobachtung mußte in einer weiten Höhle angestellt werden, und die so große Vermehrung der Intensität war gewiß Folge einer magnetischen Local-Attraction der Gebirgsart, des Trachyts: wie Versuche bezeugen, die ich mit Gay-Lussac im Krater selbst des Vesuvs und an den Kraterrändern gemacht. Die Intensität fand ich in der Höhle am Antisana bis 1,188 erhöht, wenn sie umher in niederen Hochebenen kaum 1,068 war. Die Intensität im Hospiz des St. Gotthard (1,313) war größer als die von Airolo (1,309), aber *kleiner* als die von Altorf (1,322); Airolo dagegen *übertraf* die Intensität des Ursern-Lochs (1,307). Eben so fanden wir, Gay-Lussac und ich, im Hospiz des Mont Cenis die Intensität 1,344, wenn dieselbe in Lans le Bourg am Fuße des Mont Cenis 1,323, in Turin 1,336 war. Die größten Widersprüche bot uns natürlich, wie schon oben bemerkt, der noch brennende Vesuv dar. Wenn 1805 die Erdkraft in Neapel 1,274 und in Portici 1,288 war, so stieg sie in der Einsiedelei von San Salvador zu 1,302, um im Krater des Vesuvs tiefer als in der ganzen Umgegend, zu 1,193, herabzusinken. Eisengehalt der Laven, Nähe magnetischer Pole einzelner Stücke und die, im ganzen wohl schwächend wirkende Erhitzung des Bodens bringen die entgegengesetztesten Local-Störungen hervor. Vergl. mein Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 619—626 und Mém. de la société d'Arcueil T. I. 1807 p. 17—19.

‡) Kupffer's Beobachtungen beziehen sich nicht auf den Gipfel des Elbruz, sondern auf den Höhen-Unterschied (4500 Fuß) von zwei Stationen: *Brücke von Malka* und *Bergabhang von Kharbis*, die leider in Länge und Breite beträchtlich verschieden sind. Ueber die Zweifel, welche Necker und Forbes in Bezug auf das Resultat erhoben haben, s. Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XIV. 1840 p. 23—25.

||) Vergl. *Laugier* und *Mauvais* in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 1175 und *Bravais*, Observ. de l'intensité du Magnétisme terrestre en France, en Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Phys. 3ème Série T. XVIII. 1846 p. 214; *Kreil*, Einfluß der Alpen auf die Intensität in den Denkschriften der Wiener Akad. der Wiss., mathem. naturwiss. Cl. Bd. I. 1850 S. 265, 279 und 290. Um so auffallender ist es, daß ein sehr genauer Beobachter, Quetelet, im Jahr 1830 die Horizontal-Intensität von Genf (1,080) zum Col de Balme (1,091), ja zum Hospiz des heil. Bernhard (1,096) mit der Höhe hat zunehmen sehen. Vergl. Sir David *Brewster*, Treatise on Magn. p. 275.

70° 5′, Lg. 99° 5′ W.) ist fünf Breitengrade entfernter von dem Rotations-Pol der Erde als der südliche (Br. — 75° 5′, Lg. 151° 48′ O.); auch hat der südliche Magnetpol 109° mehr westliche Länge vom Meridian von Paris als der nördliche Magnetpol. Letzterer gehört der großen, dem amerikanischen Continent sehr genäherten Insel Boothia Felix, einem Theile des von Cap. Parry früher North Somerset genannten Landes, an. Er liegt wenig ab von der westlichen Küste von Boothia Felix, unfern des Vorgebirges Adelaide, das in King William's Sea und Victoria Street vortritt.*) Den südlichen Magnetpol hat man nicht unmittelbar, wie den nördlichen, erreichen können. Am 17. Febr. 1841 war der Erebus bis Br. — 76° 12′ und Lg. 161° 40′ Ost gelangt; die Inclination war aber erst 88° 40′: man glaubte sich also noch an 160 englische Seemeilen von dem südlichen Magnetpole entfernt.†) Viele und genaue Declinations-Beobachtungen (die Intersection der magnetischen Meridiane bestimmend) machen es sehr wahrscheinlich, daß der Süd-Magnetpol im Inneren des großen antarctischen Polarlandes South Victoria Land gelegen ist; westlich von den Prince Albert Mountains, die sich dem Südpol nähern und an den, über 11600 Fuß hohen, brennenden Vulkan Erebus anschließen.

Der Lage und Gestalt-Veränderung des magnetischen Aequators: der Linie, auf welcher die Neigung null ist, wurde schon im Naturgemälde (Kosmos 1. Buch S. 190 bis 192 und 431) ausführlich gedacht. Die früheste Bestimmung des afrikanischen Knotens (der Durchkreuzung des geographischen und magnetischen Aequators) geschah von Sabine‡) in dem Anfang seiner Pendel-Expedition 1822; später (1840) hat derselbe Gelehrte, die Beobachtungen von Duperrey, Allen, Dunlop und Sullivan zusammenstellend, eine Karte des magnetischen Aequators‖) von der afrikanischen Westküste von Biafra an (Br. + 4°, 10′ östl.), durch das atlantische Meer und Brasilien (Br. — 60°, zwischen Porto Seguro und Rio Grande) bis zu dem Punkte entworfen, wo ich, der Südsee nahe, auf den Cordilleren die nördliche Neigung habe in eine südliche übergehen sehen. Der afrikanische Knoten, als Durchschnittspunkt beider Aequatoren, lag 1837 in 0° 40′ östlicher Länge; 1825 war er gelegen in 4° 35′ O. Die seculare Bewegung des Knotens, sich entfernend von der 7000 Fuß hohen basaltischen Insel St. Thomas, war also etwas weniger als ein halber Grad im Jahre gegen Westen: wodurch dann an der afrikanischen Küste die Linie ohne Neigung sich gegen Norden wendete, während sie an der brasilianischen Küste gegen Süden herabsank. Der convexe Scheitel der magnetischen Aequatorial-Curve bleibt gegen den Südpol gerichtet, und entfernt sich im atlantischen Ocean im Maximum 16° vom geographischen Aequator. Im Inneren von Südamerika, in der Terra incognita, von Matto Grosso, zwischen den großen Flüssen Xingu, Madera und Ucayale, fehlen alle Inclinations-Beobachtungen, bis zu der Andeskette. Auf dieser, 17 geographische Meilen östlich von der Küste der Südsee, zwischen Montan, Micuipampa und Caxamarca, habe ich die Lage des gegen NW ansteigenden magnetischen Aequators astronomisch bestimmt§) (Br. — 7° 2′, Lg. 81° 8′ W.)

---

*) Im sibirischen Continent ist bisher keine stärkere Inclination als 82° 16′ beobachtet worden, und zwar von Middendorf am Fluß Taimyr unter Br. + 74° 17′ und Länge 93° 20′ östlich von Paris. (Middend. sibir. Reise Th. I. S. 194.)

†) Sir James Roß, Voyage to the Antarctic Regions Vol. I. p. 246. "I had so long cherished the ambitious hope," sagt dieser Seefahrer, "to plant the flag of my country on *both* the magnetic poles of our globe; but the obstacles, which presented themselves, being of so insurmountable a character [illegible] degree of consolation, as it left us no [illegible] self-reproach" (p. 247).

‡) [illegible] Exper. 1825 p. 476.

‖) [illegible] Transact. for 1840 P. I. [illegible] für die Bewegung des afrikanischen Knotens der dieser Abhandlung beigefügten Karte.

§) Ich gebe hier, wie es immer meine Gewohnheit ist, die Elemente dieser, nicht unwichtigen Bestimmung: Micuipampa, ein peruanisches Bergstädtchen am Fuß des, durch seinen Silberreichthum berühmten Cerro de Gualgayoc: Br. — 6° 44′ 25″, Lg. 80° 53′ 3″; Höhe über der Südsee 11140 Fuß; magnet. Inclination 0°,42 gegen Norden (Centesimal-Theilung des Kreises). — Caxamarca, Stadt in einer 8784 Fuß hohen Ebene: Br. — 7° 8′ 38″, Lg. 5h 23′ 42″; Inclination 0°,15 gegen Süden. — Montan, ein Meierhof (hacienda), von Lama-Heerden umgeben, mitten im Gebirge: Br. — 6° 33′ 9″, Lg. 5h 26′ 51″; Höhe 8042 Fuß; Incl. 0°,70 N. — Tomependa, an der Mündung des Chinchipe in den Amazonenfluß, in der Pro-

Die vollständigste Arbeit, welche wir über die Lage des magnetischen Aequators besitzen, ist die von meinem vieljährigen Freunde Duperrey für die Jahre 1823—1825. Er hat auf seinen Weltumseglungen sechsmal den Aequator durchschnitten, und fast in einer Länge von 220° denselben nach eigenen *) Beobachtungen darstellen können. Die zwei Knoten liegen nach Duperrey's Karte des magnetischen Aequators: der eine in Lg. 3°½ O. (in dem atlantischen Ocean), der andere in Lg. 175° O. (in der Südsee, zwischen den Meridianen der Viti- und Gilbert-Inseln.) Wenn der magnetische Aequator, wahrscheinlich zwischen Punta de la Aguja und Payta, die Westküste des südamerikanischen Continents verlassen hat, so nähert er sich in Westen immer mehr dem geographischen Aequator, so daß er im Meridian der Inselgruppe von Mendana nur noch um 2° von diesem entfernt †) ist. Auch um 10° westlicher, in dem Meridian, welcher durch den westlichsten Theil der Paumotu-Inseln (Low Archipelago) geht, in Lg. 151°½, fand Cap. Wilkes 1840 die Breiten-Entfernung vom geographischen Aequator ebenfalls noch zwei volle Grade. ‡) Die Intersection (der Knoten in der Südsee) liegt nicht um 180° von dem atlantischen Knoten entfernt, nicht in 176°½ westlicher Länge; sondern erst in dem Meridian der Viti-Gruppe, ohngefähr in Lg. 175° Ost, d. i. 185° West. Wenn man also von der Westküste Afrika's durch Südamerika gegen Westen fortschreitet, so findet man in dieser Richtung die Entfernung der Knoten von einander um 8°½ zu groß; — ein Beweis, daß die Curve, mit der wir uns hier beschäftigen, kein größter Kreis ist.

Nach den vortrefflichen und vielumfassenden Bestimmungen des Cap. Elliot (1846—1849), welche zwischen den Meridianen von Batavia und Ceylon mit denen von Jules de Blosseville (Kosmos 4. B. S. 670) merkwürdig übereinstimmen, geht der magnetische Aequator durch die Nordspitze von Borneo, und fast genau von Osten nach Westen in die Nordspitze von Ceylon (Br. + 9°¾). Die Curve vom Minimum der Totalkraft läuft diesem Theile des magnetischen Aequators fast parallel. ||) Letzterer tritt in den west-afrikanischen Continent südlich vom Vorgebirge Gardafui ein. Dieser wichtige Punkt des Eintretens ist durch Rochet d'Héricourt auf seiner zweiten abyssinischen Expedition (1842—1845) und durch die scharfsinnige Discussion §) der magnetischen Beobachtungen dieses Reisenden mit besonderer Genauigkeit bestimmt worden. Er liegt südlich von Gaubade, zwischen Angolola und Angobar, der Hauptstadt des Königreichs Schoa, in Br. + 10° 7' und Lg. 38° 51' O. Der Verlauf des magnetischen Aequators im Inneren von Afrika, von Angobar bis zum Busen von Biafra, ist eben so unerforscht als der im Inneren von Südamerika östlich von der Andeskette und südlich von dem geographischen Aequator. Beide Continental-Räume sind sich von O nach W ohngefähr an Größe gleich, zusammen von 80 Längengraden: so daß fast ¼ des Erdkreises aller magnetischen Beobachtung bis jetzt entzogen ist. Meine eigenen Inclinations- und Intensitäts-Beobachtungen

---

vinz Jaen de Bracamoros: Br. — 5° 31' 28", Lg. 80° 57' 30"; Höhe 1242 Fuß; Incl. 3°,55 N. — Truxillo, peruanische Stadt an der Südsee-Küste: Br. — 8° 5' 40", Lg. 81° 23' 37"; Incl. 2°,15 S. — Humboldt, Recueil d'Observ. astron. (Nivellement barométrique et géodésique) Vol. I. p. 316 No. 242, 244 — 254. Für die Grundlagen der astronomischen Bestimmungen durch Sternhöhen und Chronometer s. dasselbe Werk Vol. II. p. 379—391. Das Resultat meiner Inclinations-Beobachtungen von 1802 (Br. — 7° 2', Lg 81° 8' W.) stimmt, sonderbar zufällig, trotz der secularen Veränderung, nicht schlecht mit Le Monnier's, auf theoretische Rechnung gegründeter Vermuthung. Er sagt: „nördlich von Lima muß 1776 der magnetische Aequator in 7° ½, höchstens in 6° ½ südlicher Breite gefunden werden! (Lois du Magnétisme comparées aux Observations Partie II. p. 59.)

*) Saigey, Mém. sur l'équateur magnétique d'après les observ. du Capitaine Duperrey, in den Annales maritimes et coloniales Dec. 1833 T. IV. p. 5. Daselbst wird schon bemerkt, daß der magnetische Aequator nicht eine Curve gleicher Intensität ist, sondern daß die Intensität in verschiedenen Theilen dieses Aequators von 1 zu 0,867 variirt.

†) Diese Position des magnetischen Aequators ist durch Erman für 1830 bestätigt worden. Auf der Rückreise von Kamtschatka nach Europa fand derselbe die Neigung fast null: in Br. — 1° 30', Lg. 134° 57' W.; in Br. — 1° 52', Lg. 137° 30' W.; in Br. 1° 54', Lg. 136° 5' W.; in Br. — 2° 1', Lg. 141° 28' W. (Erman, magnet. Beob. 1841 S. 536.)

‡) Wilkes, United States Exploring Expedition Vol. IV. p. 263.

||) Elliot in den Philos. Transact. for 1851 P. I. p. 287—331.

§) Duperrey in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 804—806.

im ganzen Inneren von Südamerika (von Cumana bis zum Rio Negro, wie von Cartagena de Indias bis Quito) haben nur die tropische Zone nördlich vom geographischen Aequator, und von Quito an bis Lima in der südlichen Hemisphäre nur die dem westlichen Littoral nahe Gegend umfaßt.

Die Translation des afrikanischen Knotens gegen Westen von 1825 bis 1837, die wir schon oben bezeichnet haben, wird bekräftigt an der Ostküste von Afrika durch Vergleichung der Inclinations-Beobachtungen von Panton im Jahr 1776 mit denen von Rochet d'Héricourt. Dieser fand den magnetischen Aequator viel näher der Meerenge von Bab-el-Mandeb, nämlich 1° südlich von der Insel Socotora, in 8° 40′ nördl. Breite. Es war also in der Breite allein eine Veränderung von 1° 27′ für 49 Jahre; dagegen war die Veränderung in der Länge von Arago und Duperrey in derselben Zeit als Bewegung der Knoten von Osten gegen Westen auf 10° angeschlagen worden. Die Säcular-Variation der Knoten des magnetischen Aequators ist an der östlichen Küste von Afrika gegen das indische Meer hin der Richtung nach ganz wie an der westlichen gewesen. Die Quantität der Bewegung aber erheischt noch genauere Resultate.

Die Periodicität der Veränderungen in der magnetischen Inclination, deren Existenz schon früher bemerkt worden war, ist mit Bestimmtheit und in ihrem ganzen Umfange erst seit ohngefähr 12 Jahren, seit Errichtung der britischen magnetischen Stationen in beiden Hemisphären, festgestellt worden. Arago, dem die Lehre vom Magnetismus so viel verdankt, hatte allerdings schon im Herbste 1827 erkannt: „daß die Neigung größer ist Morgens um 9 Uhr als den Abend um 6 Uhr; während die Intensität der Magnetkraft, gemessen durch die Schwingungen einer horizontalen Nadel, ihr Minimum in der ersten und ihr Maximum in der zweiten Epoche erreicht." *) In den britischen magnetischen Stationen sind dieser Gegensatz und der periodische Gang der stündlichen

*) Brief von Arago an mich aus Metz vom 13. December 1827: "J'ai parfaitement constaté, pendant les aurores boréales qui se sont montrées dernièrement à Paris, que l'apparition de ce phénomène est toujours accompagnée d'une variation dans la position des aiguilles horizontales et d'inclinaison comme dans l'intensité. Les changemens d'inclinaison ont été de 7′ à 8′. Par cela seul l'aiguille horizontale, abstraction faite de tout changement d'intensité, devait osciller plus ou moins vite suivant l'époque où se faisait l'observation; mais en corrigeant les résultats par le calcul des effets immédiats de l'inclinaison, il m'est encore resté une variation sensible d'intensité. En reprenant, par une nouvelle méthode, les observations diurnes d'inclinaison dont tu m'avais vu occupé pendant ton dernier séjour à Paris, j'ai trouvé, non par des moyennes, mais *chaque jour*, une variation régulière: l'inclinaison est plus grande le matin à 9^h que le soir à 6^h. Tu sais que l'intensité, *mesurée avec une aiguille horizontale*, est au contraire à son *minimum* à la première époque, et qu'elle atteint son *maximum* entre 6^h et 7^h du soir. La variation totale étant fort petite, on pouvait supposer qu'elle n'était dûe qu'au seul changement d'inclinaison; et en effet la plus grande portion de la *variation apparente d'intensité* dépend de l'alteration diurne de la composante horizontale mais, toute correction faite, il reste cependant une petite quantité comme indice d'une *variation réelle d'intensité*." — Aus einem andern Briefe von Arago, Paris 20. März 1829, kurz vor meiner sibirischen Reise: "Je ne suis pas étonné que tu reconnais avec peine la variation diurne d'inclinaison dont je t'ai parlé, dans les mois d'hiver; c'est dans les mois chauds seulement que cette variation est assez sensible pour être observée avec une loupe. Je persiste toujours à soutenir que les changemens d'inclinaison ne suffisent pas pour expliquer le changement d'intensité déduit de l'observation d'une aiguille horizontale. Une augmentation de température, toutes les autres circonstances restant les mêmes, ralantit les oscillations des aiguilles. Le soir, la température de mon aiguille horizontale est toujours *supérieure* à la température du matin; donc l'aiguille devrait, *par cette cause*, faire le soir, en un tems donné, moins d'oscillations que le matin; or elle en fait plus que le changement d'inclinaison ne le comporte: donc du matin au soir, il y a une *augmentation réelle* d'intensité dans le magnétisme terrestre." — Spätere und viel zahlreichere Beobachtungen in Greenwich, Berlin, Petersburg, Toronto (Canada) und Hobarton (Van Diemen) haben Arago's Behauptung (1827) der größeren Horizontal-Intensität am Abend gegen den Morgen bestätigt. In Greenwich ist das Haupt-Maximum der horizontalen Kraft um 6^u, das Haupt-Minimum um 22^u oder 0^u; in Schulzendorf bei Berlin max. 8^u, min. 21^u; in Petersburg max. 8^u, min. 23^u 20′; in Toronto max. 4^u, min. 23^u: immer in der Zeit jeden Orts. (Airy, Magn. Observ. at Greenwich for 1845 p. 13, for 1846 p. 102, for 1847 p. 241; Rieß und Moser in Poggend. Ann. Bd. XIX. 1839 S. 175; Kupffer, Compte-rendu annuel de l'Observ. central magn. de St. Pétersb. 1822 p. 28 und Sabine, Magn. Obs. at Toronto Vol. I. 1840—1842 p. XLII.) Sonderbar abweichend, fast entgegengesetzt, sind die Wechselstunden am Vorgebirge der guten Hoffnung und auf St. Helena, wo am Abend die Horizontalkraft am schwächsten ist (Sabine, Magn. Obs at the Cape of Good Hope p. XL; at St. Helena p. 40). So ist es aber nicht in der ganzen südlichen Hemisphäre weiter in Osten. "The principal feature in the diurnal change of the *horizontal* force at Hobarton is the decrease of force in the forenoon and its subsequent increase in the afternoon" (Sabine, Magn. Obs. at Hobarton Vol. I. p. LIV, Vol. II. p. XLIII).

Neigungs-Veränderung durch mehrere tausend regelmäßig fortgeführte Beobachtungen und ihre mühevolle Discussion seit 1840 fest begründet worden. Es ist hier der Ort, die erhaltenen Thatsachen, Fundamente einer allgemeinen Theorie des Erd-Magnetismus, neben einander zu stellen. Vorher muß aber bemerkt werden, daß, wenn man die räumlich zu erkennenden periodischen Schwankungen der drei Elemente des tellurischen Magnetismus im ganzen betrachtet, man mit Sabine in den Wendestunden, in denen die Maxima oder Minima eintreten, (turning hours) zu unterscheiden hat zwischen zwei größeren und darum wichtigen Extremen und anderen, gleichsam dazwischen eingeschalteten, meistentheils nicht minder regelmäßigen, kleinen Schwankungen. Die wiederkehrenden Bewegungen der Inclinations- und Declinations-Nadel, wie die Veränderung in der Intensität der Totalkraft bieten daher dar: Haupt- und secundäre Maxima oder Minima, meist beide Arten zugleich: also eine doppelte Progression, mit 4 Wendestunden (der gewöhnliche Fall); und eine einfache Progression, mit 2 Wendestunden, d. h. mit einem einzigen Maximum und einem einzigen Minimum. Letzteres z. B. ist der Gang der Intensität (total force) in Van Diemen's Land, neben einer doppelten Progression der Inclination: während an einem Orte der nördlichen Hemisphäre, welcher der Lage von Hobarten genau entspricht, zu Toronto in Canada, beide Elemente, Intensität und Inclination, eine doppelte Progression befolgen.*) Auch am Vorgebirge der guten Hoffnung giebt es nur Ein Maximum und Ein Minimum der Inclination. Die stündlichen periodischen Variationen der magnetischen Neigung sind:

I. Nördliche Hemisphäre.

Greenwich: Max. 21ᵘ, Min. 3ᵘ (Airy Observ. in 1845 p. 21, in 1846 p. 113, in 1847 p. 247); Incl. im zuletzt genannten Jahre um 21ᵘ im Mittel 68° 59′,3, um 3ᵘ aber 68° 58′,6. In der monatlichen Variation fällt das Max. in April—Juni, das Min. in Oct.—Dec.

Paris: Max. 21ᵘ, Min. 6ᵘ. Die Einfachheit der Progression von Paris und Greenwich wiederholt sich am Vorgebirge der guten Hoffnung.

Petersburg: Max. 20ᵘ, Min. 10ᵘ; Variation der Incl. wie in Paris, Greenwich und Peking: in kalten Monaten geringer; Max. fester an die Stunde gebunden als Min.

Toronto (Canada): Haupt-Max. 22ᵘ, Haupt-Min. 4ᵘ, secund. Max. 10ᵘ, secund. Min. 18ᵘ, (Sabine Tor. 1840—1842 Vol. I. p. LXI).

II. Südliche Hemisphäre:

Hobarton (Insel Van Diemen): Haupt-Min. 18ᵘ, Haupt-Max. 23ᵘ ½; secund. Min. 5ᵘ, secund. Max. 10ᵘ (Sabine Hob. Vol. I. p. LXVII.) Die Inclination ist größer im Sommer, wenn die Sonne in den südlichen Zeichen steht: 70° 36′,74; kleiner im Winter, wenn die Sonne in den nördlichen Zeichen verweilt: 70° 34′,66; sechsjähriges Mittel des ganzen Jahres: 70° 36′,01 (Sabine Hob. Vol. II. p. XLIV). Eben so ist zu Hobarton die Intensität der Totalkraft größer von Oct. zu Febr. als von April zu August (p XLVI.)

Vorgebirge der guten Hoffnung: einfache Progression Min. 0ᵘ 34′, Max. 8ᵘ 34′; mit überaus kleiner Zwischenschwankung zwischen 19ᵘ und 21ᵘ (Sabine Cape Obs 1841—1850 p. LIII.

Die hier angegebenen Erscheinungen der Wechselstunden des Maximums der Inclinationen, in der Zeit des Orts ausgedrückt, stimmen unter sich in der nördlichen Hemisphäre zu Toronto, Paris, Greenwich und Petersburg merkwürdig zwischen 20 und 22 Uhr (Morgens) überein; auch die Minima der Wechselstunden fallen, wenn gleich minder genähert (4, 6 und 10 Uhr), doch alle auf den Nachmittag oder Abend. Um so auffallender ist es, daß in den 5 Jahren sehr genauer Beobachtungen von Greenwich ein Jahr (1845) die Epochen der Max. und Min. entgegengesetzt eintraten. Das Jahresmittel der Neigung war um 21ᵘ: 68° 56′,8 und um 3ᵘ: 61° 58′,1.

*) Sabine, Hobarton Vol. I. p. LXVII und LXIX.

Wenn man die der geographischen Lage nach diesseits und jenseits des Aequators sich entsprechenden Stationen Toronto und Hobarton vergleicht, so bemerkt man für Hobarton große Verschiedenheit in der Wendestunde des Haupt-Min. der Inclination (4 Uhr Nachmittags und 6 Uhr Morgens), aber keinesweges in der Wendestunde des Haupt-Max. (22ᵘ und 23ᵘ ½). Auch die Stunde (18ᵘ) des Haupt-Min. von Hobarton findet sich wieder in der Stunde des secundären Min. von Toronto. Die Maxima bleiben an beiden Orten an dieselben Stunden (22ᵘ — 23ᵘ ½ und 10ᵘ) in Haupt- und secundären Max. gebunden. Die vier Wendestunden der Inclination finden sich demnach fast genau wieder (4 oder 5, 10, 18 und 22 oder 23½) in Toronto wie in Hobarton, nur in anderer Bedeutung. Diese complicirte Wirkung innerer tellurischer Kräfte ist sehr beachtenswerth. Vergleicht man dagegen Hobarton und Toronto in Hinsicht auf die Folge der Wendestunden der Intensitäts- und Inclinatins-Veränderungen, so ergiebt sich: daß am ersteren Orte, in der südlichen Hemisphäre, das Min. der Total-Intensität dem Haupt-Min. der Inclination nur um 2 Stunden nachfolgt, während die Verspätung im Max. 6 Stunden beträgt; daß aber in der nördlichen Hemisphäre, zu Toronto, das Min. der Intensität dem Haupt-Max. der Inclination um 8 Stunden vorausgeht, während das Max. der Intensität nur um 2 Stunden von dem Min. der Inclination verschieden ist.*)

Die Periodicität der Inclination am Vorgebirge der guten Hoffnung stimmt weder mit Hobarton, das in derselben Hemisphäre liegt, noch mit einem Punkte der nördlichen Hemisphäre überein. Das Minimum der Inclination tritt sogar zu einer Stunde ein, in welcher die Nadel in Hobarton fast das Maximum erreicht.

Zur Bestimmung der secularen Variation der Inclination gehört eine sich gleich bleibende Genauigkeit der Beobachtung in einer langen Zwischenzeit. Bis zu Cook's Weltumseglung ist z. B. nicht mit Gewißheit hinaufzusteigen, da, wenn gleich auf der dritten Reise die Pole immer umgekehrt wurden, zwischen dem großen Seefahrer und Bayley in der Südsee oft Unterschiede von 40 bis 54 Minuten bemerkt werden: was wahrscheinlich der damals so unvollkommenen Construction der Nadel und dem Mangel ihrer freien Bewegung zuzuschreiben ist. Für London geht man ungern über Sabine's Beobachtung vom Aug. 1821 hinaus: die, verglichen mit der vortrefflichen Bestimmung von James Roß, Sabine und Fox im Mai 1838, eine jährliche Abnahme von 2′,73 ergab: während Lloyd mit eben so genauen Instrumenten, aber in kürzerer Zwischenzeit sehr übereinstimmend 2′,38 in Dublin gefunden hatte.†) In Paris, wo ebenfalls die jährliche Verminderung der Inclination sich im Abnehmen befindet, ist die Verminderung größer als in London. Die von Coulomb angegebenen, sehr scharfsinnigen Methoden die Neigung zu bestimmen hatten dort freilich den Erfinder zu irrigen Resultaten geführt. Die erste Beobachtung, welche mit einem vollkommenen Instrumente von Le Noir auf dem Observatorium zu Paris angestellt wurde, ist von 1798. Ich fand damals nach mehrmaliger Wiederholung gemeinschaftlich mit dem Chevalier Borda 69° 51′,0; im Jahr 1810 mit Arago 68° 50′,2; im Jahr 1826 mit Mathieu 67° 56′,7. Im Jahre 1841 fand Arago 67° 9′,0; im Jahre 1851 fanden Laugier und Mauvais 66° 35′: immer nach gleicher Methode und mit gleichen Instrumenten. Die ganze Periode, größer als ein halbes Jahrhundert (1798—1851), giebt eine mittlere jährliche Verminderung der Inclination zu Paris von 3′,69. Die Zwischen-Epochen sind gewesen:

von 1798—1810 zu 5′,08
1810—1826 3′37
1826—1841 3,13
1841—1851 3,40.

*) Total-Intensität in Hobarton: max. 5ᵘ ½, min. 20ᵘ ½; in Toronto: Haupt-Max. 6ᵘ, Haupt-Min. 14ᵘ; secund. Max. 20ᵘ, secund. Min. 22ᵘ. Vergl. Sabine, Toronto Vol I. p. LXI und LXII mit Hobarton Vol. 1. p. LXVIII.

†) Sabine, Report on the isoclinal and isodynamic Lines in the British Islands 1839 p 61—64.

Die Abnahme hat sich zwischen 1810 und 1826 auffallend verlangsamt, doch nur allmählig; denn eine Beobachtung von Gay-Lussac, die er 1806 bei seiner Rückreise von Berlin, wohin er mich nach unserer italiänischen Reise begleitet hatte, mit vieler Genauigkeit anstellte (69° 12′), gab noch seit 1798 eine jährliche Verminderung von 4′,87. Je näher der Knoten des magnetischen Aequators in seiner secularen Bewegung von O nach W dem Meridian von Paris kommt, desto mehr scheint sich die Abnahme zu verlangsamen: in einem halben Jahrhundert von 5′,08 bis 3′,40. Ich habe kurz vor meiner sibirischen Expedition (April 1829) in einer der Berliner Akademie vorgelegten Abhandlung *) vergleichend die Punkte zusammengestellt, an denen ich selbst, wie ich glauben darf, immer mit gleicher Sorgfalt, beobachtet habe. Sabine hat volle 25 Jahre nach mir Inclination und Intensität in der Havana gemessen, was für diese Tropengegend schon eine beträchtliche Zwischenzeit darbietet, und die Variation von zwei wichtigen Elementen bestimmt. In einer ausgezeichneten, mehr umfassenden Arbeit als die meinige hat Hansteen (1831) die jährliche Variation der Neigung in beiden Hemisphären †) untersucht.

Während die Beobachtungen von Sir Eduard Belcher im J. 1838, mit den meinigen vom J. 1803 verglichen (s. oben S. 674), längs der Westküste von Amerika zwischen Lima, Guayaquil und Acapulco beträchtliche Veränderungen der Inclination andeuten (je länger die Zwischenzeit ist, desto größeren Werth haben die Resultate); ist an anderen Punkten der Südsee die seculare Veränderung der Neigung von der auffallendsten Langsamkeit gewesen. In Otaheiti fand 1772 Bayley 29° 43′, Fitzroy 1835 noch 30° 14′, Cap. Belcher 1840 wieder 30° 17′; also war in 67 Jahren die mittlere jährliche Veränderung ‡) kaum 0′,51. Auch im nördlichen Asien hat ein sehr sorgfältiger Beobachter, Herr Sawelieff, (22 Jahre nach meinem Aufenthalte in jenen Gegenden) auf einer Reise, die er von Casan nach den Ufern des caspischen Meeres machte, die Inclination, nördlich und südlich vom Parallel von 50°, sehr ungleich verändert gefunden ||):

	Humboldt 1829	Sawelieff 1851
Casan	68° 26′,7	68° 30′,8
Saratow . . .	64 40,9	64 48,7
Sarepta . . .	62 15,9	62 39,6
Astrachan . . .	59 58,3	60 27,9.

Für das Vorgebirge der guten Hoffnung besitzt man jetzt eine lange und, wenn man nicht weiter als von Sir James Roß und du Petit Thouars (1840) bis Vancouver (1791) aufsteigt, eine sehr befriedigende, fast 50jährige Reihe von Inclinations-Beobachtungen. §)

Die Lösung der Frage, ob die Erhöhung des Bodens als solche einen mit Sicherheit bemerkbaren Einfluß auf magnetische Neigung und Intensität ¶) ausübt, ist während meiner

*) Humboldt in Poggend. Annalen Bd. XV. S. 319—336, Bd. XIX. S. 357—391; und im Voy. aux Régions équinox. T. III. p. 616 und 625.

†) Hansteen über jährliche Veränderung der Inclination in Poggend. Ann. Bd. XXI. S. 403—429. Vergl. auch über den Einfluß der Bewegung der Knoten des magnetischen Aequators Sir David Brewster, Treatise on Magnetism p 247. Da man durch die Fülle der Stations-Beobachtungen jetzt ein fast ungemessenes Feld der speciellsten Untersuchung besitzt, so bemerkt man neue und neue Complicationen bei dem Aufsuchen des Gesetzlichen. In auf einander folgenden Jahren sieht man z. B. die Neigung in Einer Wendestunde, der des Max., vom Abnehmen in ein Zunehmen übergehen, während in der Wendestunde des Min. sie im progressiven jährlichen Abnehmen blieb. In Greenwich z. B. nahm die magnetische Neigung in der Max. Stunde (21ᵘ) ab in den Jahren 1844 und 1845, sie nahm zu in derselben Stunde in 1845—1846, fuhr aber fort in der Wendestunde des Min. (3ᵘ) von 1844—1846 abzunehmen. (Airy, Magn. Observ. at Greenwich 1846 p 113.)

‡) Philos. Transact. for 1841 P. I. p. 35.

||) Vergl. Sawelieff im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. Imp. de St. Pétersb. T. X. No. 219 mit Humboldt, Asie centr. T. III. p. 440.

§) Sabine, Magn. Observ. at the Cape of Good Hope Vol. I. p. LXV. Darf man den Beobachtungen aus dem Jahre 1751 von La Caille trauen, der zwar jedesmal die Pole umkehrte, aber eine nicht frei genug sich bewegende Nadel hatte: so ergiebt sich für das Cap eine Vermehrung der Inclination von 3°,08 in 89 Jahren!

¶) Arago in dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 285—288.

Gebirgsreisen in der Andeskette, im Ural und Altai für mich ein Gegenstand sorgfältiger Prüfung gewesen. Ich habe schon in dem Abschnitt von der Intensität bemerkt, wie leider nur so wenige Localitäten über diese Frage einige Gewißheit verbreiten können: weil die Entfernung der zu vergleichenden Punkte von einander gering genug sein muß, um den Verdacht zu entfernen, der gefundene Unterschied der Inclination sei nicht Folge der Boden-Erhebung, sondern Folge der Krümmung in den isodynamischen und isoklinischen Curven, oder einer großen Heterogeneität der Gebirgsart. Ich werde mich auf die Angabe von 4 Hauptresultaten beschränken, von denen ich bereits an Ort und Stelle glaubte, daß sie mit mehr Entschiedenheit, als die Intensitäts-Beobachtungen darbieten, den vermindernden Einfluß der Höhe des Standorts auf die Neigung der Nadel kenntlich machen:

Die Silla de Caracas, welche sich über die Meeresküste von La Guayra 8100 Fuß fast senkrecht erhebt, in großer Nähe südlich von der Küste, nördlich von der Stadt Caracas: Incl. 41°,90; La Guayra: Höhe 10 F., Incl. 42°,20; Stadt Caracas: Höhe am Ufer des Rio Guayre 2484 F., Incl. 42°,95. (Humboldt, Voy. aux Rég. équinox. T. I. p. 612.)

Santa Fé de Bogota: Höhe 8196 F., Incl. 27°,15; Capelle de Nuestra Senora de Guadalupe, über der Stadt an einer Felswand hängend: Höhe 10128 F., Incl. 26°,80.

Popayan: Höhe 5466 F., Incl. 23°,25; Gebirgsdorf Purace am Abhange des Vulkans: Höhe 8136 F., Incl. 21°,80; Gipfel des Vulkans von Purace: Höhe 13650 F., Incl. 20°,30.

Quito: Höhe 8952 F., Incl. 14°,85; San Antonio de Lulumbamba, wo der geographische Aequator das heiße Thal durchschneidet: Höhe des Thalbodens 7650 F., Incl. 16°,02. — Alle vorgenannte Inclinationen sind in Centesimal-Graden angegeben.

Ich möchte aus meinen Beobachtungen nicht auch das Gotthard-Hospiz (6650 F.): Incl. 66° 12′; verglichen mit Airolo (3502 F.): Incl. 66° 54′, und Altorf: Incl. 66° 55′, anführen; nicht die scheinbar widersprechenden: Lans le Bourg Incl. 66°,9, das Hospiz des Mont Cenis (6358 F.) Incl. 66° 22′ und Turin (707 F.) Incl. 66° 3′; oder Neapel, Portici und den Kraterrand des Vesuvs; oder in Böhmen den Gipfel des Großen Milischauer (Phonolith!) Incl. 67° 53′ 5″, Teplitz Incl. 67° 19′,5 und Prag Incl. 66° 47,′6: wegen der Größe der relativen Entfernungen und des Einflusses der nahen Gebirgsarten.*) Gleichzeitig mit der Reihe vortrefflicher und im größten Detail publicirter Beobachtungen der horizontalen Intensität, welche 1844 Bravais in Begleitung von Martins und Lepileur vergleichend auf 35 Stationen, unter denen die Gipfel des Montblanc (14809 F.), des Großen Bernhards (7848 F.) und des Faulhorns (8175 F.) waren, angestellt hat: machten dieselben Physiker auch auf dem Grand Plateau des Montblanc (12097 F.) und in Chamonix (3201 F.) Inclinations-Versuche. Wenn die Vergleichung dieser Resultate einen vermindernden Einfluß der Erhebung des Bodens auf die magnetische Neigung anzeigte, so gaben Beobachtungen vom Faulhorn und von Brienz (1754 F.) dagegen eine mit der Höhe zunehmende Inclination. Beide Classen der Untersuchung, für horizontale Intensität und Inclination, führten zu keiner befriedigenden Lösung der Probleme. (Bravais, sur l'intensité du Magnétisme terrestre en France, en Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Physique 3me Série T. 18. 1846 p. 225.) In einem Manuscript von Borda über seine Expedition nach den canarischen Inseln im Jahr 1776, welches in Paris im Dépôt de la Marine aufbewahrt wird und dessen Mittheilung ich dem Admiral Rosily verdankte, habe ich den Beweis aufgefunden, daß Borda den ersten Versuch gemacht, den Einfluß einer großen Höhe

*) Ich wiederhole noch, daß alle europäischen Inclinations-Beobachtungen, welche auf dieser Seite angeführt werden, in 360theiliger Eintheilung des Kreises sind, und daß nur die von mir vor dem Monat Juni 1804 beobachteten Inclinationen im Neuen Continent (Voy. aux Régions équinox. T. III. p. 615—623) sich auf eine Centesimal-Eintheilung des Bogens beziehen.

auf die Inclination zu untersuchen. Er hat auf dem Gipfel des Pics von Teneriffa die Inclination um 1° 15′ größer als im Hafen von Santa Cruz gefunden: gewiß eine Folge localer Attractionen der Laven, wie ich sie so oft am Vesuv und an amerikanischen Vulkanen beobachtet habe. (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T I. p. 116, 227 und 288.)

Um zu prüfen, ob wohl, wie die Höhen, so auch die tiefen, inneren Räume des Erdkörpers auf die Inclination wirken, habe ich bei einem Aufenthalte in Freiberg im Juli 1828 mit aller Sorgfalt, deren ich fähig bin, und mit jedesmaliger Umkehrung der Pole einen Versuch in einem Bergwerke angestellt, in welchem nach genauer Prüfung das Gestein, der Gneis, keine Wirkung auf die Magnetnadel äußerte. Die Saigerteufe unter der Oberfläche war 802 Fuß, und der Unterschied zwischen der unterirdischen Inclination und der an einem Punkte, welcher genau „am Tage" darüber lag, freilich nur 2′,06; aber bei der Umsicht, mit der ich verfuhr, lassen mich die in der Note*) angeführten Resultate jeder einzelnen Nadel doch glauben, daß in der Grube (dem Churprinz) die Inclination größer ist als auf der Oberfläche des Gebirges. Möchte sich doch Gelegenheit finden, da, wo man die Ueberzeugung erhalten kann, daß das Queergestein örtlich unwirksam ist, meinen Versuch mit Sorgfalt in Bergwerken zu wiederholen, welche wie die Valenciana bei Guanaxuato (Mexico) 1582 F., wie englische Kohlengruben über 1800 F., und der jetzt verschüttete Eselsschacht †) bei Kuttenberg in Böhmen 3545 F. senkrechte Tiefe haben!

Nach einem starken Erdbeben in Cumana am 4. November 1799 fand ich die Inclination um 90 Centesimal-Minuten (fast einen vollen Grad) verringert. Die Umstände, unter denen ich dieses Resultat erhielt und die ich an einem anderen Orte ‡) genau entwickelt habe, bieten keinen befriedigenden Grund zu der Annahme eines Irrthums dar. Kurz nach meiner Landung in Cumana hatte ich die Inclination 43°,53 (Centes.) gefunden. Der Zufall, wenige Tage vor dem Erdbeben in einem sonst schätzbaren spanischen Werke, Mendoza's Tratado de Navegacion T. II. p. 72, die irrige Meinung ausgesprochen zu finden, daß die stündlichen und monatlichen Veränderungen der Inclination stärker als die der Abweichung wären, hatte mich veranlaßt, eine lange Reihe sorgfältiger Beobachtungen im Hafen von Cumana anzustellen. Die Inclination fand sich am 1—2 Nov. in großer Stetigkeit im Mittel 43°,65. Das Instrument blieb unberührt und gehörig nivellirt an demselben Orte stehen. Am 7. Nov., also 3 Tage nach den starken Erdstößen, nachdem das Instrument von neuem nivellirt war, gab es 42°,75. Die Intensität der Kraft, durch senkrechte Schwingungen gemessen, war nicht verändert. Ich hoffte, daß die Inclination vielleicht allmälig wieder zu ihrem vorigen Stande zurückkehren würde; sie blieb aber dieselbe. Im Sept. 1800, nach einer Fluß- und Landreise am Orinoco und Rio Negro von mehr als 500 geographischen Meilen, gab dasselbe Instrument von Borda, welches mich überall be-

---

*) Grube Churprinz bei Freiberg im sächsischen Erzgebirge: der unterirdische Punkt war auf der 7ten Gezeugstrecke, auf dem Ludwiger Spathgange: 80 Lachter östlich vom Treibschachte, 40 Lachter westlich vom Kunstschachte, in 133¼ Lachter Seigerteufe: beobachtet mit Freiesleben und Reich um 2½ Uhr Nachmittags (Temper. der Grube 15°,6 Cent.). Incl. Nadel A 67° 37′,4; Nadel B 67° 32′,7 Mittel beider Nadeln in der Grube 67° 35′,05. In freier Luft (über Tage), auf einem Punkte der Oberfläche, welcher nach dem Markscheider-Risse genau senkrecht über dem Punkte der unterirdischen Beobachtung liegt, um 11 Uhr Vormittags: Nadel A 67° 33′,87; Nadel B 67° 32′,12; Mittel beider Nadeln in der oberen Station 67° 32′,99 (Luft-Temperatur 15°,8 Cent.). Unterschied des oberen und unteren Resultats + 2,06. Die Nadel A, welche als stärkere mir immer am meisten Vertrauen einflößte, gab sogar + 3′,53: wenn der Einfluß der Tiefe bei alleinigem Gebrauch der Nadel B fast unmerklich geblieben wäre. (Humboldt, in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 326.) Die gleichförmige Methode, die ich stets angewandt: im Ablesen am Azimuthal-Kreise, um den magnetischen Meridian durch correspondirende Inclinationen oder durch den perpendicularen Stand der Nadel zu finden; wie die Neigung selbst am Vertical-Kreise, durch Umdrehung der Nadel in den Pfannen, und durch Ablesen an beiden Spitzen vor und nach dem Umdrehen der Pole: habe ich weitläuftig beschrieben und durch Beispiele erläutert in der Asie centrale T. III. p. 465 bis 467. Der Stand der zwei Nadeln ist für jede derselben 16mal abgelesen worden, um ein mittleres Resultat zu gewinnen. Wo von Wahrscheinlichkeit in Bestimmung so kleiner Größen die Rede ist, muß man in das Einzelnste der Beobachtung eingehen.

†) Kosmos 1. Buch S. 79.

‡) Humboldt, Voyage aux Régions équinox, T. I. p. 515—517.

Gebirgsreisen in der Andeskette, im Ural und Altai für mich ein Gegenstand sorg
Prüfung gewesen. Ich habe schon in dem Abschnitt von der Intensität beme
leider nur so wenige Localitäten über diese Frage einige Gewißheit verbreiten könne
die Entfernung der zu vergleichenden Punkte von einander gering genug sein muß,
Verdacht zu entfernen, der gefundene Unterschied der Inclination sei nicht Folge der
Erhebung, sondern Folge der Krümmung in den isodynamischen und isoklinischen C
oder einer großen Heterogeneität der Gebirgsart. Ich werde mich auf die Angabe
Hauptresultaten beschränken, von denen ich bereits an Ort und Stelle glaubte, daß
mehr Entschiedenheit, als die Intensitäts-Beobachtungen darbieten, den vermindernd
fluß der Höhe des Standorts auf die Neigung der Nadel kenntlich machen:

Die Silla de Caracas, welche sich über die Meeresküste von La Guayr
Fuß fast senkrecht erhebt, in großer Nähe südlich von der Küste, nördlich von der
Caracas: Incl. 41°,90; La Guayra: Höhe 10 F., Incl. 42°,20; Stadt Car
Höhe am Ufer des Rio Guayre 2484 F., Incl. 42°,95. (Humboldt, Vo
Rég. équinox. T. I. p. 612.)

Santa Fé de Bogota: Höhe 8196 F., Incl. 27°,15; Capelle de Nues
nora de Guadalupe, über der Stadt an einer Felswand hangend: Höhe 101
Incl. 26°,80.

Popayan: Höhe 5466 F., Incl. 23°,25; Gebirgsdorf Purace
hange des Vulkans: Höhe 8136 F., Incl. 21°,80; Gipfel des Vulkans vo
race: Höhe 13650 F., Incl. 20°,30.

Quito: Höhe 8952 F., Incl. 14°,85; San Antonio de Lulumb
wo der geographische Aequator das heiße Thal durchschneidet: Höhe des Tha
7650 F., Incl. 16°,02. — Alle vorgenannte Inclinationen sind in Centesimal-
angegeben.

Ich möchte aus meinen Beobachtungen nicht auch das Gotthard-Hospiz (665
Incl. 66° 12'; verglichen mit Airolo (3502 F.): Incl. 66° 54', und Altorf: In
55', anführen; nicht die scheinbar widersprechenden: Lans le Bourg Incl. 66°,9, d
spiz des Mont Cenis (6358 F.) Incl. 66° 22' und Turin (707 F.) Incl. 66° 3
Neapel, Portici und den Kraterrand des Vesuvs; oder in Böhmen den Gipfel des
Milischauer (Phonolith!) Incl. 67° 53' 5", Teplitz Incl. 67° 19',5 und Prag In
47,'6: wegen der Größe der relativen Entfernungen und des Einflusses der nahen G
arten.*) Gleichzeitig mit der Reihe vortrefflicher und im größten Detail publicirter B
tungen der horizontalen Intensität, welche 1844 Bravais in Begleitu
Martins und Lepileur vergleichend auf 35 Stationen, unter denen die Gipfel des
blanc (14809 F.), des Großen Bernhards (7848 F.) und des Faulhorns (8175 F
ren, angestellt hat: machten dieselben Physiker auch auf dem Grand Plateau des Mo
(12097 F.) und in Chamonix (3201 F.) Inclinations-Versuche. Wenn die Vergl
dieser Resultate einen vermindernden Einfluß der Erhebung des Bodens
magnetische Neigung anzeigte, so gaben Beobachtungen vom Faulhorn und von
(1754 F.) dagegen eine mit der Höhe zunehmende Inclination. Beide Cla
Untersuchung, für horizontale Intensität und Inclination, führten zu
befriedigenden Lösung der Probleme. (Bravais, sur l'intensité du Magnétis
restre en France, en Suisse et en Savoie in den Annales de Chimie et de Ph
3me Série T. 18. 1846 p. 225.) In einem Manuscript von Borda über seine Exp
nach den canarischen Inseln im Jahr 1776, welches in Paris im Dépôt de la Mari
bewahrt wird und dessen Mittheilung ich dem Admiral Rosily verdankte, habe ich d
weis aufgefunden, daß Borda den ersten Versuch gemacht, den Einfluß einer groß

---

*) Ich wiederhole noch, daß alle europäischen Inclinations-Beobachtungen, welche auf dieser Seite angeführt werden, in 360theiliger Eintheilung des Kreises sind, und daß nur die von mir vor dem Monat Juni 1804 beobachteten Inclinationen im Neuen C (Voy. aux Régions équinox. T. III. p. 61 sich auf eine Centesimal-Eintheilung des Bo ziehen.

auf die Inclination zu untersuchen. Er hat auf dem Gipfel des Pics von Teneriffa die Inclination um 1° 15′ größer als im Hafen von Santa Cruz gefunden: gewiß eine Folge localer Attractionen der Laven, wie ich sie so oft am Vesuv und an amerikanischen Vulkanen beobachtet habe. (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T I. p. 116, 227 und 288.)

Um zu prüfen, ob wohl, wie die Höhen, so auch die tiefen, inneren Räume des Erdkörpers auf die Inclination wirken, habe ich bei einem Aufenthalte in Freiberg im Juli 1828 mit aller Sorgfalt, deren ich fähig bin, und mit jedesmaliger Umkehrung der Pole einen Versuch in einem Bergwerke angestellt, in welchem nach genauer Prüfung das Gestein, der Gneis, keine Wirkung auf die Magnetnadel äußerte. Die Saigerteufe unter der Oberfläche war 802 Fuß, und der Unterschied zwischen der unterirdischen Inclination und der an einem Punkte, welcher genau „am Tage" darüber lag, freilich nur 2′,06; aber bei der Umsicht, mit der ich verfuhr, lassen mich die in der Note *) angeführten Resultate jeder einzelnen Nadel doch glauben, daß in der Grube (dem Churprinz) die Inclination größer ist als auf der Oberfläche des Gebirges. Möchte sich doch Gelegenheit finden, da, wo man die Ueberzeugung erhalten kann, daß das Queergestein örtlich unwirksam ist, meinen Versuch mit Sorgfalt in Bergwerken zu wiederholen, welche wie die Valenciana bei Guanaxuato (Mexico) 1582 F., wie englische Kohlengruben über 1800 F., und der jetzt verschüttete Eselsschacht †) bei Kuttenberg in Böhmen 3545 F. senkrechte Tiefe haben!

Nach einem starken Erdbeben in Cumana am 4. November 1799 fand ich die Inclination um 90 Centesimal-Minuten (fast einen vollen Grad) verringert. Die Umstände, unter denen ich dieses Resultat erhielt und die ich an einem anderen Orte ‡) genau entwickelt habe, bieten keinen befriedigenden Grund zu der Annahme eines Irrthums dar. Kurz nach meiner Landung in Cumana hatte ich die Inclination 43°,53 (Centes.) gefunden. Der Zufall, wenige Tage vor dem Erdbeben in einem sonst schätzbaren spanischen Werke, Mendoza's Tratado de Navegacion T. H. p. 72, die irrige Meinung ausgesprochen zu finden, daß die stündlichen und monatlichen Veränderungen der Inclination stärker als die der Abweichung wären, hatte mich veranlaßt, eine lange Reihe sorgfältiger Beobachtungen im Hafen von Cumana anzustellen. Die Inclination fand sich am 1—2 Nov. in großer Stetigkeit im Mittel 43°,65. Das Instrument blieb unberührt und gehörig nivellirt an demselben Orte stehen. Am 7. Nov., also 3 Tage nach den starken Erdstößen, nachdem das Instrument von neuem nivellirt war, gab es 42°,75. Die Intensität der Kraft, durch senkrechte Schwingungen gemessen, war nicht verändert. Ich hoffte, daß die Inclination vielleicht allmälig wieder zu ihrem vorigen Stande zurückkehren würde; sie blieb aber dieselbe. Im Sept. 1800, nach einer Fluß- und Landreise am Orinoco und Rio Negro von mehr als 500 geographischen Meilen, gab dasselbe Instrument von Borda, welches mich überall be-

*) Grube Churprinz bei Freiberg im sächsischen Erzgebirge: der unterirdische Punkt war auf der 7ten Gezeugstrecke, auf dem Ludwiger Spathgange: 80 Lachter östlich vom Treibschachte, 40 Lachter westlich vom Kunstschachte, in 133½ Lachter Seigerteufe: beobachtet mit Freiesleben und Reich um 2½ Uhr Nachmittags (Temper. der Grube 15°,6 Cent.). Incl. Nadel A 67° 37′,4; Nadel [illegible] Mittel beider Nadeln in der Grube 67° [illegible] freier Luft (über Tage), auf einem Punkt[illegible] welcher nach dem Markscheider-Ri[illegible] über dem [illegible]te der unterirdischen [illegible] mittags: Nadel A 67[illegible] el beider Nadeln [illegible] Luft-Temperatur [illegible] und [illegible] Resu[illegible] wäre. (Humboldt, in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 326.) Die gleichförmige Methode, die ich stets angewandt: im Ablesen am Azimuthal-Kreise, um den magnetischen Meridian durch correspondirende Inclinationen oder durch den perpendicularen Stand der Nadel zu finden; wie die Neigung selbst am Vertical-Kreise, durch Umdrehung der Nadel in den Pfannen, und durch Ablesen an beiden Spitzen vor und nach dem Umdrehen der Pole: habe ich weitläuftig beschrieben und durch Beispiele erläutert in der Asie centrale T. III. p. 465 bis 467. Der Stand der zwei Nadeln ist für jede derselben 16mal abgelesen worden, um ein mittleres Resultat zu gewinnen. Wo von Wahrscheinlichkeit in Bestimmung so kleiner Größen die Rede ist, muß man in das Einzelnste der Beobachtung eingehen.

†) Kosm[illegible] S. 79.

‡) Humb[illegible] aux Régions équinox. T. I. p. 515[illegible].

südlich vom magnetischen Aequator auf jene Veränderungen ausüben; endlich nach den *linearen* Beziehungen, in denen zu einander die Erdpunkte stehen, welche eine gleiche oder gar keine Abweichung zeigen. Diese *linearen* Beziehungen sind allerdings in unmittelbarer praktischer Anwendung der gewonnenen Resultate für die Schiffsrechnung und das gesammte Seewesen am wichtigsten; aber alle kosmischen Erscheinungen des Magnetismus, unter denen die außerordentlichen, in so weiter Ferne oft gleichzeitig wirkenden Störungen (die magnetischen *Ungewitter*) zu den geheimnißvollsten gehören, hangen so innig mit einander zusammen, daß, um allmählig die *mathematische Theorie des Erd-Magnetismus* zu vervollständigen, keine derselben vernachlässigt werden darf.

Auf der ganzen *nördlichen magnetischen Halbkugel* in den *mittleren Breiten*, die Theilung des Erdsphäroids durch den magnetischen Aequator gedacht, steht das Nord-Ende der Magnetnadel, d. h. das Ende, welches gegen den Nordpol hinweist, da, wo die Abweichung westlich ist, um 8^u ¼ Morgens (20^u ¼) diesem Pole in der Richtung am nächsten. Die Nadel bewegt sich von 8^u ¼ Morgens bis 1^u ¾ Nachmittags von Osten nach Westen, um dort ihren *westlichsten* Stand zu erreichen. Diese Bewegung nach Westen ist allgemein, sie tritt in derselben Richtung ein an allen Orten der *nördlichen* Halbkugel, sie mögen *westliche* Abweichung haben: wie das ganze Europa, Peking, Nertschinsk und Toronto in Canada; oder *östliche* Abweichung: wie Kasan, Sitka (im russischen Amerika), Washington, Marmato (Neu-Granada) und Payta an der peruanischen Küste.*) Von dem eben bezeichneten westlichsten Stande um 1^u ¾ bewegt sich die Magnetnadel den Nachmittag und einen Theil der Nacht bis 12 oder 13 Uhr wieder zurück nach Osten, indem sie oft einen kleinen Stillstand gegen 6^u macht. In der Nacht ist wieder eine *kleine Bewegung gegen Westen*, bis das Minimum, d. h. der östliche Stand von 20^u ¼ erreicht wird. Diese *nächtliche Periode*, welche ehemals ganz übersehen wurde (da ein allmäliger und ununterbrochener Rückgang gegen Osten von 1^u ¾ bis zur Morgenstunde von 20^u ¼ behauptet wurde), hat mich schon zu Rom bei einer Arbeit mit Gay-Lussac über die stündlichen Veränderungen der Abweichung mittelst des *Prony'schen magnetischen Fernrohrs* lebhaft beschäftigt. Da die Nadel überhaupt unruhiger ist, so lange die Sonne unter dem Horizont steht, so ist die kleine nächtliche Bewegung gegen Westen seltener und minder deutlich hervortretend. Wenn sie deutlich erscheint, so habe ich sie von keiner unruhigen Schwankung der Nadel begleitet gesehen. Gänzlich verschieden von dem, was ich *Ungewitter* genannt, geht in der kleinen westlichen Periode die Nadel ruhig von Theilstrich zu Theilstrich: ganz wie in der so sicheren Tags-Periode von 20^u ¼ bis 1^u ¾. Recht bemerkenswerth ist, daß, wenn die Nadel ihre continuirliche westliche Bewegung in eine östliche oder umgekehrt verwandelt, sie nicht eine Zeit lang unverändert stehen bleibt, sondern (vorzüglich bei Tage um 20^u ¼ und 1^u ¾) sich gleichsam plötzlich umwendet. Gewöhnlich findet die kleine Bewegung gegen Westen erst zwischen Mitternacht und dem frühen Morgen statt. Dagegen ist sie auch in Berlin und in den Freiberger unterirdischen Beobachtungen, wie in Greenwich, Makers-

*) Beweise geben zahlreiche Beobachtungen von Georg Fuß und Kowanko für das griechische Kloster-Observatorium in Peking, von Anikin für Nertschinsk, von Buchanan Riddell für Toronto in Canada (alle an Orten *westlicher* Abweichung); von Kupffer und Simonoff in Kasan, von Wrangel, trotz der vielen Nordlicht-Störungen, für Sitka (Nordwest-Küste von Amerika), von Gilliß in Washington, von Boussingault für Marmato (Südamerika), von Duperrey für Payta an der peruanischen Südsee-Küste (alle an Orten *östlicher* Abweichung). Ich erinnere, daß die mittlere Declination war: in Peking (Dec. 1831) 2° 15′ 42″ *westlich* (*Poggend.* Annalen Bd. XXXIV. S. 54), in Nertschinsk (Sept. 1832) 4° 7′ 44″ *westlich* (*Poggend.* a. a. O. S. 61), in Toronto (Nov. 1847) 1° 33′ *westlich* (vergl. Observ. at the magnetical and meteorological Observatory at Toronto Vol. I. p. XI. und *Sabine* in den Phil. Tr. for 1851 P. II. p. 636), Kasan (Aug. 1828) 2° 21′ *östlich* (Kupffer, Simonoff und *Erman*, Reise um die Erde Bd. II. S. 532), Sitka (Nov. 1829) 28° 16′ *östlich* (*Erman* a. a. O. S. 546), Marmato (August 1828) 6° 33′ *östlich* (*Humboldt* in Poggend. Ann. Bd. XV. S. 331), Payta (Aug. 1823) 8° 56′ *östlich* (*Duperrey* in der Connaissance des tems pour 1828 p. 252). In Tiflis ist der westliche Gang von 19^u bis 2^u (*Parrot*, Reise zum Ararat 1834 Th. II. S. 58).

Singapore liegt ein wenig nördlich von dem geographischen Aequator, zwischen diesem und dem magnetischen Aequator, der nach Elliot fast mit der Curve der schwächsten Intensität zusammenfällt. Nach den Beobachtungen, welche von 2 zu 2 Stunden in den Jahren 1841 und 1842 zu Singapore angestellt worden sind, findet Sabine die für St. Helena bezeichneten entgegengesetzten Typen im Gange der Nadel von Mai bis August und von November bis Februar wieder eben so am Vorgebirge der guten Hoffnung: das doch 34° vom geographischen, und gewiß noch weit mehr von dem magnetischen Aequator entfernt ist, eine Inclination von — 53° hat und die Sonne nie im Zenit sieht.*) Wir besitzen schon veröffentlicht sechsjährige stündliche Beobachtungen vom Cap, nach denen, fast ganz wie auf St. Helena, vom Mai bis September die Nadel von ihrem äußersten östlichen Stande (19′½) westlich geht bis 23′½, vom Oktober bis März aber gegen Osten von 20′½ bis 1′½ und 2′. Bei der Entdeckung dieser so wohl constatirten, aber noch genetisch in so tiefes Dunkel gehüllten Erscheinung hat sich die Wichtigkeit der Jahre lang ununterbrochen von Stunde zu Stunde fortgesetzten Beobachtungen vorzüglich bewährt. Störungen, die (wie wir gleich entwickeln werden) anhaltend bald nach Ost, bald nach West die Nadel ablenken, würden isolirte Beobachtungen der Reisenden unsicher machen.

Durch erweiterte Schifffahrt und Anwendung des Compasses bei geodätischen Aufnahmen ist sehr früh zu gewissen Zeiten eine außerordentliche Störung der Richtung, oft verbunden mit einem Schwanken, Beben und Zittern der angewandten Magnetnadel, bemerkt worden. Man gewöhnte sich, diese Erscheinung einem gewissen Zustande der Nadel selbst zuzuschreiben; man nannte sie in der französischen Seesprache sehr charakteristisch ein Vernarrt-Sein der Nadel, l'affolement de l'aiguille, und schrieb vor, eine aiguille affolée von neuem und stärker zu magnetisiren. Halley ist allerdings der Erste gewesen, der das Polarlicht für eine magnetische Erscheinung erklärte†), da er von der kön.

der mittleren Breiten der südlichen Halbkugel) stellt sich in ihrer auffallenden Bestimmtheit graphisch dar, wenn man die Form und Inflexionen der Curve stündlicher Abweichung einzeln in den Tages-Abschnitten von 14ᵘ bis 22ᵘ, von 22ᵘ bis 4ᵘ und von 4ᵘ bis 14ᵘ mit einander vergleicht. Jeder Beugung über der Linie, welche die mittlere Declination bezeichnet, entspricht eine fast gleiche unter derselben (Vol. I. Pl. IV: die Curven AA und BB). Selbst in der nächtlichen Periode ist der Gegensatz bemerkbar; und was noch denkwürdiger erscheint, ist die Bemerkung, daß, indem der Typus von St. Helena und des Vorgebirges der guten Hoffnung der der nördlichen Halbkugel ist, sogar auch in denselben Monaten an diesen so südlich gelegenen Orten dieselbe Verfrühung der Wechselstunden als in Canada (Toronto) eintritt. Sabine, Observ. at Hobarton Vol. I. p. XXXVI.

*) Phil. Tr. for 1847 P. I. p. 52 und 57 und Sabine, Observations made at the magn. and meteor. Observatory at the Cape of Good Hope 1841—1846 Vol. I. p. XII—XXIII Pl. III. (Vergl. auch Faraday's geistreiche Ansichten über die Ursachen solcher vom Wechsel der Jahreszeiten abhangender Phänomene, in seinen Ex[illegible] on atmospheric Magnetism § 3027—[illegible] der Analogien mit Petersburg § 3017.) [illegible] an Küsten des Rothen Meeres soll ein [illegible]bachter, Herr d'Abbadie, den seltsamen, [illegible]ten wechselnden Typus der Magnet-[illegible] Vorgebirge der guten Hoffnung, von [illegible] Singapore beobachtet haben (Airy on [illegible] of the science of Terrestrial Ma[illegible]). „Es scheint," bemerkt Sabine, „[illegible] Lage der 4 foci der stärksten [illegible] zu sein, daß die wichtige C[illegible] (absolut) schwächsten Intensität in [illegible] [illegible] von St. [illegible] [illegible]. Die [illegible] [illegible]pitze, wo sie [illegible] lich vom Zenith steht, giebt einen Hauptgrund gegen de la Rive's thermale Erklärung (Annales de Chimie et de Physique T. XXV 1848 p. 310) des hier berührten auf den ersten Blick abnorm scheinenden und doch sehr gesetzlichen, an anderen Punkten sich wiederholenden Phänomens von St. Helena." Sabine in den Proceedings of the Royal Society 1849 p. 821.

†) Halley, Account of the late surprizing appearance of lights in the air in den Phil. Transact. Vol. XXIX. 1714—1716 No. 347 p. 422—428. Halley's Erklärung des Nordlichts hängt leider mit der, 25 Jahre früher von ihm entwickelten, phantastischen Hypothese (Phil. Tr. for 1693 Vol. XVII. No. 195 p. 563) zusammen; nach welcher in der hohlen Erdkugel zwischen der äußeren Schale, auf der wir wohnen, und dem inneren, auch von Menschen bewohnten, dichten Kerne (zur Erleichterung der Geschäfte in diesem unterirdischen Leben) sich ein leuchtendes Fluidum befindet. "In order to make that inner Globe capable of being inhabited, there might not improbably be contained some luminous Medium between the balls, so as to make a perpetual Day below." Da nun in der Gegend der Rotations-Pole die äußere Schale unserer Erdrinde (wegen der entstandenen Abplattung) weit dünner sein müsse als unter dem Aequator, so suche sich zu gewissen Zeiten, besonders in den Aequinoctien, das innere leuchtende Fluidum, d. i. das magnetische, in der dünnen Polargegend einen Weg durch die Spalten des Gesteins. Das Ausströmen dieses Fluidums ist nach Halley die Erscheinung des Nordlichts. Versuche mit Eisenfeilen, auf einem sphäroidischen Magnet (eine Terrelle) gestreut, dienen dazu die Richtung der leuchtenden farbigen Strahlen des Nordlichts zu erklären. „So wie jeder seinen eigenen Regenbogen sieht, so steht auch für jeden Beobachter die Corona an einem anderen Punkte" (p. 424). Ueber den geognostischen Traum eines geistreichen und in allen seinen magnetischen und astronomischen Arbeiten so gründlichen Forschers vergl. [illegible] Kosmos Bd. I. S. 86 und Anm. †.

Societät zu London aufgefordert wurde, das, in ganz England gesehene, große Meteor vom 6. März 1716 zu erklären. Er sagt, „das Meteor sei dem analog, welches Gassendi zuerst 1621 mit dem Namen Aurora borealis belegt hätte.“ Ob er gleich auf seinen Seefahrten zur Bestimmung der Abweichungs-Linie bis zum 52sten Grade südlicher Breite vorgedrungen war, so lernt man doch aus seinem eigenen Geständniß, daß er bis 1716 nie ein Nord- oder Süd-Polarlicht gesehen: da doch die letzteren, wie ich bestimmt weiß, bis in die Mitte der peruanischen Tropenzone sichtbar werden. Halley scheint also aus eigener Erfahrung nichts von der Beunruhigung der Nadel, den außerordentlichen Störungen und Schwankungen derselben bei gesehenen oder ungesehenen Nord- und Südlichtern beobachtet zu haben. Olav Hiorter und Celsius zu Upsala sind die Ersten, die, im Jahr 1741, noch vor Halley's Tode, den, von ihm nur vermutheten Zusammenhang zwischen einem gesehenen Nordlichte und dem gestörten normalen Gange der Nadel durch eine lange Reihe messender Bestimmungen bekräftigten. Dieses verdienstliche Unternehmen veranlaßte sie die ersten verabredeten gleichzeitigen Beobachtungen mit Graham in London anzustellen; und die außerordentlichen Störungen der Abweichung bei Erscheinung des Nordlichts wurden durch Wargentin, Canton und Wilke specieller erforscht.

Beobachtungen, die ich Gelegenheit hatte in Gemeinschaft mit Gay-Lussac (1805) in Rom auf dem Monte Pincio zu machen, besonders aber eine lange, durch jene Beobachtungen veranlaßte Arbeit in den Aequinoctien und Solstitien der Jahre 1806 und 1807 in einem großen einsamen Garten zu Berlin (mittelst des magnetischen Fernrohrs von Prony und eines fernen, durch Lampenlicht wohl zu erleuchtenden Tafel-Signals) in Gemeinschaft mit Oltmanns; lehrten mich bald, daß dieser, zu gewissen Epochen mächtig und nicht bloß local wirkende Theil tellurischer Thätigkeit, den man unter dem allgemeinen Namen außerordentlicher Störungen begreift, seiner Complication wegen, eine anhaltende Beachtung verdiene. Die Vorrichtung des Signals und des Fadenkreuzes in dem an einem, bald seidenen, bald metallenen Faden hangenden Fernrohr, welches ein weiter Glaskasten umschloß, erlaubte das Ablesen von 8 Secunden im Bogen. Da bei Nacht zu dieser Beobachtungs-Methode das Zimmer, in welchem sich das, von einem Magnetstabe geleitete Fernrohr befand, finster bleiben konnte; so fiel der Verdacht der Luftströmung weg, welchen bei den, übrigens vortrefflichen, mit Microscopen versehenen Declinatorien die Erleuchtung der Scale veranlassen kann. In der schon damals von mir ausgesprochenen Meinung: „daß eine fortlaufende, ununterbrochene, stündliche und halbstündliche Beobachtung (observatio perpetua) von mehreren Tagen und Nächten den vereinzelten Beobachtungen vieler Monate vorzuziehen sei“; beobachteten wir in den Aequinoctial- und Solstitial-Epochen, deren große Wichtigkeit alle neueren Arbeiten bewährt haben, 5, 7 bis 11 Tage und eben so viele Nächte*) hindurch. Wir erkannten bald, daß, um den eigentlichen physischen Charakter dieser anomalen Störungen zu studiren, es nicht genüge, das Maaß (die Quantität) der veränderten Abweichung zu bestimmen, sondern daß jeder Beobachtung auch numerisch der Grad der Unruhe der Nadel, durch die gemessene Elongation der Schwingungen, beigefügt werden müsse. Bei dem gewöhnlichen stündlichen Gang der Nadel fanden wir diese so ruhig, daß unter 1500 Resultaten, aus 6000 Beobachtungen (Mitte Mai 1806 bis Ende Juni 1807) gezogen, die Oscillation meist nur von einem halben Theilstrich zum anderen ging, also nur 1′ 12″ betrug; in einzelnen Fällen, und oft bei sehr stürmischem Regenwetter, schien die Nadel entweder ganz

*) Bei großer Ermüdung in vielen auf einander folgenden Nächten wurden Prof. Oltmanns und ich bisweilen unterstützt von sehr zuverlässigen Beobachtern: dem Herrn Bau-Conducteur Mämpel, dem Geographen Hrn. Friesen, dem sehr unterrichteten Mechanicus Nathan Mendelssohn und unserem großen Geognosten Leopold von Buch. Ich nenne immer gern in diesem Buche, wie in allen meinen früheren Schriften, die, welche meine Arbeiten freundlichst getheilt haben.

rungen zu einer eigenen Art periodisch wiederkehrender Variationen gehören, welche erkennbaren Gesetzen folgen, von der Stellung der Sonne in der Ekliptik und der täglichen Rotation der Erde um ihre Achse abhangen, ja ferner nicht mehr unregelmäßige Bewegungen genannt werden sollten; man unterscheide darin, neben einem eigenthümlichen localen Typus, allgemeine, den ganzen Erdkörper afficirende Processe." In denselben Jahren, in denen die Störungen häufiger in Toronto waren, wurden sie es auch und fast im gleichen Maaße auf der südlichen Halbkugel in Hobarton. Im ganzen traten sie am ersteren Orte im Sommer (von April bis September) in doppelter Menge als in den Wintermonaten (von October bis März) ein. Die größte Zahl der Störungen gehörte dem Monat September an, ganz wie um die Zeit des Herbst-Aequinoctiums in meinen Berliner Beobachtungen *) von 1806. Sie sind seltener in den Wintermonaten jeden Orts, seltener vom November bis Februar in Toronto und vom Mai bis August in Hobarton. Auch auf St. Helena und am Cap der guten Hoffnung sind nach Younghusband die Durchgänge der Sonne durch den Aequator durch Häufigkeit der Störungen in hohem Grade bemerkbar.

Das Wichtigste, auch erst von Sabine Aufgefundene, in dieser Erscheinung ist die Regelmäßigkeit, mit der in beiden Halbkugeln die Störungen eine vermehrte östliche oder westliche Abweichung verursachen. In Toronto, wo die Declination schwach gegen Westen ist (1° 33′), war, der Zahl nach, das Fortschreiten gegen Osten im Sommer (Juni—September) dem Fortschreiten gegen Westen im Winter (December—April) überwiegend, und zwar im Verhältniß von 411 : 290. Eben so ist es auf Van Diemen's Insel nach localer Jahreszeit; auch in den dortigen Wintermonaten (Mai—August) sind die magnetischen Ungewitter auffallend seltener. †) Die Zergliederung von 6 Jahren der Beobachtung in 2 entgegengesetzten Stationen, von Toronto und Hobarton, hatte Sabine zu dem merkwürdigen Ergebnisse geführt: daß von 1843 bis 1848 in beiden Hemisphären nicht bloß die Zahl der Störungen, sondern auch (wenn man, um das jährliche Mittel der täglichen Abweichung in seinem normalen Werth zu erlangen, 3469 storms nicht mit in Rechnung bringt) das Maaß der totalen Abweichung von diesem Mittel in den genannten 5 Jahren allmälig von 7′,65 bis 10′,58 im Zunehmen gewesen ist; ja daß diese Zunahme gleichzeitig, wie in der amplitudo der Declination, so in der Inclination und totalen Erdkraft bemerkbar war. Dieses Ergebniß gewann eine erhöhte Wichtigkeit, als er eine Bekräftigung und Verallgemeinerung desselben in Lamont's ausführlicher Arbeit (vom Sept. 1851) „über eine zehnjährige Periode, welche sich in der täglichen Bewegung der Magnetnadel darstellt", erkannte. Nach Beobachtungen von Göttingen, München und Kremsmünster ‡) hatte die Mittelgröße der täglichen Declination ihr Minimum erreicht von 1843 zu 1844, ihr Maximum von 1848 zu 1849. Nachdem die Declination so fünf Jahre zugenommen, nimmt sie eben so viele Jahre wiederum ab: wie eine Reihe genauer stündlicher Beobachtungen erweist, die bis zu einem Maximum von 1786½ hinaufführen. ||) Um eine allgemeine Ursach einer solchen Periodicität in allen 3 Elementen des tellurischen Magnetismus aufzufinden, wird man geneigt, zu einem kosmischen Zusammenhange seine Zuflucht zu nehmen. Ein solcher ist nach Sabine's §)

---

ments se superposent." Vergl. Lamont's Vermuthungen über die zusammengesetzte Wirkung einer Polar- und einer Aequatorial-Welle in Poggendorff's Annalen Bd. 84. S. 583.

*) S. oben S. 683 Anm. *.

†) Sabine in den Phil. Tr. for 1852 P. II. p. 110. (Younghusband a. a. O. p. 169.)

‡) Nach Lamont und Reslhuber ist die magnetische Periode 10⅓ Jahre: so daß die Größe des Mittels der täglichen Bewegung der Nadel 5 Jahre hindurch zu- und 5 Jahre hindurch abnimmt, wobei die winterliche Bewegung (amplitudo der Abweichung) immerfort fast doppelt so schwach als die der Sommermonate ist. (Vgl. Lamont, Jahresbericht der Sternwarte zu München für 1852 S. 54—60.) Der Director der Berner Sternwarte, Herr Rudolph Wolf, findet durch eine viel umfassendere Arbeit, daß die zusammentreffende Periode der Magnet-Declination und der Frequenz der Sonnenflecken auf 11,1 Jahr zu setzen sei.

||) Kosmos 4. Buch S. 675—676.

§) Sabine in den Phil. Tr. for 1852 P. I. p. 103 und 121. Vergl. außer dem schon oben angeführten Aufsatz Rudolph Wolf's vom Juli 1852 (Kosmos 4. Buch S. 675) auch ähnliche, fast zu derselben Zeit

Vermuthung in den Veränderungen zu finden, welche in der Photosphäre der Sonne, d. h. in den leuchtenden gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers, vorgehen. Nach Schwabe's langjährigen Untersuchungen kommt nämlich die Periode der größten und kleinsten Frequenz der Sonnenflecken ganz mit der überein, welche man in den magnetischen Variationen entdeckt hat. Auf diese Uebereinstimmung hat Sabine zuerst in seiner der königl. Societät zu London im März 1852 vorgelegten Abhandlung aufmerksam gemacht. „Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen," sagt Schwabe in einem Aufsatze, mit dem er den astronomischen Theil meines Kosmos bereichert hat, „daß wenigstens vom Jahr 1826 bis 1850 in der Erscheinung der Sonnenflecken eine Periode von ungefähr 10 Jahren dermaßen statt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen ist." *) Den mächtigen Einfluß des Sonnenkörpers als Masse auf den Erd-Magnetismus bekräftigt auch Sabine durch die scharfsinnige Bemerkung: daß der Zeitpunkt, in welchem in beiden Hemisphären die Intensität der Magnetkraft am stärksten ist und die Richtung der Nadel sich am meisten der verticalen nähert, in die Monate October bis Februar fällt: gerade wenn die Erde der Sonne am nächsten ist und sie sich in ihrer Bahn am schnellsten fortbewegt. †)

Von der Gleichzeitigkeit vieler magnetischer Ungewitter, wie sich dieselben auf viele tausend Meilen fortgepflanzt, ja fast um den ganzen Erdball gehen (so am 25. Sept. 1841 von Canada und von Böhmen bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung, Van Diemen's Land und Macao), habe ich schon in dem Naturgemälde‡) gehandelt; auch Beispiele von den Fällen angegeben, wo die Perturbationen mehr local waren: sich von Sicilien nach Upsala, aber nicht von Upsala weiter nördlich nach Alten und Lapland verbreiteten. Bei den gleichzeitigen Declinations-Beobachtungen, die wir, Arago und ich, 1829 in Berlin, Paris, Freiberg, St. Petersburg, Kasan und Nikolajew mit denselben Gambey'schen Instrumenten angestellt, hatten sich einzelne starke Perturbationen von Berlin nicht bis Paris, ja nicht einmal bis in eine Freiberger Grube, wo Reich seine unterirdischen Magnet-Beobachtungen machte, fortgepflanzt. Große Abweichungen und Schwankungen der Nadel bei Nordlichtern in Toronto riefen wohl in Kerguelen-Insel, aber nicht in Hobarton magnetische Ungewitter hervor. Bei dem Charakter der Alldurchdringlichkeit, welchen die Magnetkraft wie die Gravitations-Kraft aller Materie zeigt, ist es allerdings schwer, sich einen klaren Begriff von den Hindernissen der Fortpflanzung im Inneren des Erdkörpers zu machen: von Hindernissen, denen analog, welche sich den Schallwellen oder den Erschütterungswellen des Erdbebens, in denen gewisse einander nahe gelegene Orte nie zusammen beben ‖), entgegensetzen. Sollten gewisse magnetische kreuzende Linien durch ihre Dazwischenkunft der Fortpflanzung entgegenwirken?

Wir haben die regelmäßigen und die scheinbar unregelmäßigen Bewegungen, welche horizontal aufgehangene Nadeln darbieten, geschildert. Hat man in Erforschung des normalen, in sich wiederkehrenden Ganges der Nadel, durch Mittelzahlen aus den Extremen der stündlichen Veränderungen, die Richtung des magnetischen Meridians ergründen können, in der von Einem Solstitium zu dem anderen die Nadel zu beiden Seiten gleich geschwankt hat; so führt die Vergleichung der Winkel, welche auf verschiedenen Parallelkreisen die magnetischen Meridiane mit dem geographischen Meridian machen, zuerst zur Kenntniß von Variations-Linien auffallend heterogenen Werthes

---

veröffentlichte Vermuthungen von Gautier in der Bibliothèque universelle de Genève T. XX. p. 189.

*) Kosmos 3. Buch S. 540—541.

†) Sabine in den Phil. Tr. for 1850 P. I. p. 216. (Faraday, Exper. Researches on Electricity 1851 p. 56, 73 und 76; § 2891, 2949 und 2958.)

‡) Kosmos 1. Buch S. 90. Poggendorff Annalen Bd. XV. S. 334 und 335; Sabine Unusual Disturb. Vol. I. P. I. p. XIV—XVIII: wo Tafeln von gleichzeitigen storms in Toronto, Prag und auf Van Diemen zu finden sind. An Tagen, wo in Canada die magnetischen Ungewitter am stärksten waren (22. März, 10. Mai, 6. August und 25. Sept. 1841), zeigten sich dieselben Erscheinungen in der südlichen Hemisphäre, in Australien. Vergl. auch Edw. Belcher in den Phil. Tr. for 1843 p. 133.

‖) Kosmos 1. Buch S. 109.

2° geogr. Meilen Entfernung der Küste von Guyana, später dem Bogen der kleinen Antillen bis zum Parallel von 18° folgend, in Br. 34° 50′, Lg. 76° 30′ nahe bei Cape Lookout (südwestlich von Cap Hattaras) das Littoral von Nord-Carolina zu berühren. Im Inneren von Nordamerika setzt die Curve ihre nordwestliche Richtung bis Br. 41°½, Lg. 80° gegen Pittsburgh, Meadville und den See Erie fort. Es ist zu vermuthen, daß sie seit 1840 schon nahe um einen halben Grad weiter gegen Westen vorgerückt ist.

Die australo-asiatische Curve ohne Abweichung kann, wenn man mit Erman den Theil derselben, welcher sich plötzlich von Kasan nach Archangel und dem russischen Laplande hinaufzieht, für identisch mit dem Theile des molukkischen und japanesischen Meeres hält, kaum in der südlichen Halbkugel bis zum 62ten Grade verfolgt werden. Dieser Anfang liegt westlicher von Van Diemen's Land, als man ihn bisher vermuthet hatte; und die 3 Punkte, in denen Sir James Roß *) auf seiner antarctischen Entdeckungsreise 1840 und 1841 die Curve ohne Abweichung durchschnitten hat, befinden sich alle in den Parallelen von 62°, 54°½ und 46°, zwischen 131° und 133° 20′ östlicher Länge: also meist süd-nördlich, meridianartig, gerichtet. In ihrem weiteren Laufe durchstreicht die Curve das westliche Australien von der südlichen Küste von Nuyts-Land an (etwa 10 Längengrade in Westen von Adelaide) bis zu der nördlichen Küste nahe bei Van Sittart River und Mount Cockburn, um von da in das Meer des indischen Archipelagus zu treten: in eine Weltgegend, in der genauer als irgendwo anders von Capitän Elliot in den Jahren 1846 bis 1848 zugleich Inclination, Declination, Total-Intensität, wie Maximum und Minimum der horizontalen Intensität erforscht worden sind. Hier geht die Linie südlich von Flores und durch das Innere der kleinen Sandalwood Insel †) von 118° bis 91° westlicher Länge in eine genau ost-westliche Richtung über, wie dies Barlow sehr wahr schon 16 Jahre früher verzeichnet hatte. Von dem zuletzt angegebenen Meridiane an steigt sie, nach der Lage zu urtheilen, in welcher Elliot der Curve von 1° östlicher Abweichung bis Madras gefolgt ist, in 9°½ südlicher Breite gegen NW auf. Ob sie, den Aequator ohngefähr im Meridian von Ceylon schneidend, in den Continent von Asien zwischen Cambay Gulf und Guzurate, oder westlicher im Meerbusen von Mascate eintritt ‡), und so identisch ist ||) mit der Curve ohne Abweichung, die aus dem Becken des caspischen Meeres gegen Süden fortzulaufen scheint; ob sie vielmehr (wie Erman will) schon vorher, östlich gekrümmt, zwischen Borneo und Malacca aufsteigend, in §) das japanische Meer gelangt und durch den ochotskischen Meerbusen in Ost-Asien eindringt: darüber kann hier keine sichere Auskunft gegeben werden. Es ist lebhaft zu bedauern, daß, bei der großen Frequenz der Navigation nach Indien, Australien, den Philippinen und der Nordost-Küste von Asien,

---

*) Sir James Roß a. a. O. Vol. I p. 104, 310 und 317.

†) Elliot in den Phil. Tr. for 1851 P. I. p. 331 Plate XIII. Die längliche kleine Insel, auf der das Sandelholz (malayisch und javanisch tschendana, sanskr. tschandana, arab. ssandel) gesammelt wird.

‡) So nach Barlow und nach der Karte (Lines of magnetic Declinations computed according to the Theory of Mr. Gauss) im Report of the Committee for the Antarctic Expedition 1840. Nach Barlow tritt die von Australien kommende Linie ohne Abweichung in den asiatischen Continent bei dem Cambay-Golf ein, wendet sich aber gleich wieder nordöstlich über Tibet und China bei Thaiwan (Formosa) hin in das japanische Meer. Nach Gauß steigt die australische Linie einfach durch Persien über Nishnei-Nowgorod nach Lapland auf. Dieser große Geometer hält die Null-Linie des japanischen und philippinischen Meeres, wie der geschlossenen eiförmigen Gruppe im östlichen Asien für ganz unzusammenhangend mit der von Australien, dem indischen Meere, dem westlichen Asien und Lapland.

||) Ich habe von dieser Identität, welche meine eigenen Declinations-Beobachtungen im caspischen Meere, in Uralsk am Jaik und in der Steppe am Elton-See begründen, an einem anderen Orte (Asie centrale T. III. p. 458—461) gehandelt.

§) Adolf Erman's Map of the Magnetic Declination 1827—1830. Daß die australische Curve ohne Abweichung aber nicht Java durchschneidet, lehrt bestimmt Elliot's Karte; es läuft dieselbe dem südlichen Littoral parallel in einer Entfernung von 1½ Breitengraden. Da nach Erman (nicht nach Gauß) die australische Null-Linie zwischen Malacca und Borneo durch das japanische Meer zu der geschlossenen eiförmigen Gruppe von Ost-Asien an der nördlichen Küste des ochotskischen Meerbusens (Br. 59°½) in den Continent eintritt, und doch wieder durch Malacca herabsteigt; so würde dort die aufsteigende von der absteigenden nur 11° getrennt sein, und nach dieser graphischen Darstellung wäre die Linie ohne Abweichung des westlichen Asiens (vom caspischen Meere bis zum russischen Lapland) eine unmittelbare und nächste Fortsetzung des von Norden nach Süden herabkommenden Theils.

eine Unzahl von Materialien in Schiffsjournalen verborgen und unbenutzt geblieben sind, ohne, zu allgemeinen Ansichten führend, Süd-Asien mit dem mehr durchforschten Nord-Asien zu verbinden, und Fragen zu lösen, die schon 1840 angeregt werden. Um daher nicht das Gewisse mit dem Ungewissen zu vermengen, beschränke ich mich auf den sibirischen Theil des asiatischen Continents, so weit wir ihn gegen Süden bis zum Parallel von 45° durch Erman, Hansteen, Due, Kupffer, Fuß und meine eigenen Beobachtungen kennen. In keinem anderen Theil der Erde hat man auf der Feste Magnetlinien in solcher Ausdehnung verfolgen können; und die Wichtigkeit, welche in dieser Hinsicht das europäische und asiatische Rußland darbietet, war schon vor Leibnitz *) scharfsinnig geahndet worden.

Um von Westen gegen Osten, von Europa aus, der gewöhnlichen Richtung sibirischer Expeditionen zu folgen, beginnen wir mit dem nördlichen Theile des caspischen Meeres: und finden in der kleinen Insel Birutschikassa, in Astrachan, am Elton-See, in der Kirghisen-Steppe, und in Uralsk am Jaik, zwischen Br. 45° 43′ und 51° 12′, Lg. 44° 15′ und 49° 2′ die Abweichung von 0° 10′ Ost zu 0° 37′ West schwanken. †) Weiter nördlich neigt sich diese Curve ohne Abweichung etwas mehr gegen Nordwest, durchgehend in der Nähe von Nishnei-Nowgorod ‡) (im Jahr 1828 zwischen Osablikowo und Doskino, im Parallel von 56° und Lg. 40° 40′). Sie verlängert sich gegen das russische Lapland zwischen Archangel und Kola, genauer nach Hansteen (1830) zwischen Umba und Ponoi. ||) Erst wenn man fast ⅔ der größten Breite des nördlichen Asiens gegen Osten durchwandert ist, unter dem Parallel von 50° bis 60° (einen Raum, in dem jetzt ganz östliche Abweichung herrscht), gelangt man an die Linie ohne Abweichung, welche bei dem nordöstlichen Theile des Baikal-Sees westlich von Wiluisk nach einem Punkt aufsteigt, der im Meridian von Jakutsk (127° ½) die Breite von 68° erreicht: um sich dort, die äußere Hülle der mehrerwähnten östlichen Gruppe eiförmiger concentrischer Variations-Linien bildend, gegen Ochotsk (Lg. 140° 50′) herabzusenken, den Bogen der kurilischen Inseln zu durchschneiden und südlich in das japanische Meer zu dringen. Die Curven von 5° bis 15° östlicher Abweichung, welche den Raum zwischen der west- und ost-asiatischen Linie ohne Abweichung füllen, haben alle einen concaven Scheitel gegen Norden gekehrt. Das Maximum ihrer Krümmung fällt nach Erman in Lg. 77° 40′, fast in einen Meridian zwischen Omsk und Tomsk: also nicht sehr verschieden von dem Meridian der Südspitze der hindostanischen Halbinsel. Die geschlossene eiförmige Gruppe erstreckt sich in ihrer Längenaxe 28 Breitengrade bis gen Korea.

*) Ich habe schon aus Documenten, die sich in den Archiven von Moskau und Hannover befinden, im Jahr 1843 darauf aufmerksam gemacht (Asie centrale T. III p. 469—476), wie Leibnitz, der den ersten Plan zu einer französischen Expedition nach Aegypten eingereicht hatte, auch am frühesten sich bemühte die mit dem Zar Peter dem Großen 1712 in Deutschland angeknüpften Verhältnisse dahin zu benutzen, in dem russischen Reiche, dessen Flächeninhalt den der von uns gesehenen Mondfläche übertrifft, „die Lage der Abweichungs- und Inclinations-Linien bestimmen zu lassen, und anzuordnen, daß diese Bestimmungen zu gewissen Epochen wiederholt würden." In einem von Pertz aufgefundenen, an den Zar gerichteten Briefe erwähnt Leibnitz eines kleinen Handglobus (terrella), der noch in Hannover aufbewahrt wird und auf welchem er die Curve, in der die Abweichung null ist (seine linea magnetica primaria), dargestellt hatte. Er behauptet: daß es nur eine einzige Linie ohne Abweichung gebe; sie theile die Erdkugel in zwei fast gleiche Theile, habe 4 puncta flexus contrarii, Sinuositäten, in denen sie von converen in concave Scheitel übergeht; vom Grünen Vorgebirge bewege sie sich nach den östlichen Küsten von Nordamerika unter 36° Breite, dann richte sie sich durch die Südsee nach Ost-Asien und Neu-Holland. Diese Linie sei in sich selbst geschlossen; und bei beiden Polen vorübergehend, bleibe sie dem Südpole näher als dem Nordpole; unter letzterem müsse die Declination 25° westlich, unter ersterem nur 5° sein. Die Bewegung dieser wichtigen Curve sei im Anfange des 18ten Jahrhunderts gegen den Nordpol gerichtet. Oestliche Abweichung von 0° bis 15° herrsche in einem großen Theile des atlantischen Oceans, in der ganzen Südsee, in Japan, einem Theil von China und Neu-Holland. Da der Leibarzt Donelli gestorben sei, so solle er durch einen anderen ersetzt werden, der recht wenig Medicamente, aber vielen wissenschaftlichen Rath über die magnetischen Declinations- und Inclinations-Bestimmungen geben könne ...." Specielle theoretische Ansichten leuchten freilich nicht aus diesen, bisher ganz unbeachteten Documenten von Leibnitz hervor.

†) S. meine magnetischen Beobachtungen in der Asie centr. T. III. p. 460.

‡) Erman, Astron. und Magnet. Beobachtungen (Reise um die Erde Abth. II. Bd. 2) S. 532.

||) Hansteen in Poggend. Ann. Bd. XXI. S. 371.

Eine ähnliche Gestaltung, aber in noch größeren Dimensionen, zeigt sich in der Südsee. Die geschlossenen Curven bilden dort ein Oval zwischen 20° nördlicher und 42° südlicher Breite. Die Hauptaxe liegt in Lg. 132° 20′. Was diese seltsame Gruppe, welche den großen Theil nach der südlichen Hemisphäre und bloß dem Meere angehört, von der continentalen Ost-Asiens vorzüglich unterscheidet, ist, wie schon oben bemerkt, die relative Folge im Werth der Variations-Curven. In der ersteren nimmt die (östliche) Abweichung ab, in der zweiten nimmt die (westliche) Abweichung zu, je tiefer man in das Innere des Ovals eindringt. Man kennt aber dieses Innere der geschlossenen Gruppe in der südlichen Halbkugel nur von 8° bis 5° Abweichung. Sollte darin ein Ring südlicher Abweichung, und noch mehr nach innen jenseits der geschlossenen Null-Linie wieder westliche Abweichung gefunden werden?

Die Curven ohne Abweichung, wie alle magnetische Linien, haben ihre Geschichte. Es steigt dieselbe leider noch nicht zwei Jahrhunderte aufwärts. Einzelne Angaben finden sich allerdings früher bis in das 14te und 15te Jahrhundert. Hansteen hat auch hier wieder das große Verdienst gehabt zu sammeln und scharfsinnig zu vergleichen. Es scheint, als bewege sich der nördliche Magnetpol von West nach Ost, der südliche von Ost nach West: aber genaue Beobachtungen lehren, daß die verschiedenen Theile der isogonischen Curven sehr ungleichmäßig fortschreiten und da, wo sie parallel waren, den Parallelismus verlieren; daß die Gebiete der Declination Einer Benennung in nahen Erdtheilen sich nach sehr verschiedenen Richtungen erweitern und verengen. Die Linien ohne Abweichung in West-Asien und im atlantischen Ocean schreiten von Osten nach Westen vor: die erstere derselben durchschnitt gegen 1716 Tobolsk; 1761, zu Chappe's Zeit, Jekatherinenburg, später Kasan; 1729 war sie zwischen Osablikowo und Doskino (unfern Nishnei-Nowgorod): also in 113 Jahren war sie 24°¾ in Westen fortgerückt. Ist die Azoren-Linie, die Christoph Columbus am 13. September 1492 bestimmte, dieselbe, welche nach den Beobachtungen von Davis und Keeling 1607 durch das Vorgebirge der guten Hoffnung gegangen ist*); dieselbe, die wir jetzt als west-atlantische von der Mündung des Amazonenflusses nach dem Litteral von Nord-Carolina gerichtet sehen: so fragt man, was aus der Linie ohne Abweichung geworden sei, welche 1600 durch Königsberg, 1620 (?) durch Kopenhagen, 1657 bis 1662 durch London, und doch erst 1666 nach Picard durch das östlicher gelegene Paris, so wie etwas vor 1668 durch Lissabon †) ging? Auffallend sind diejenigen Punkte der Erde, in welchen lange Perioden hindurch kein seculares Fortschreiten bemerkt worden ist. Sir John Herschel hat schon auf einen solchen langen Stillstand in Jamaica ‡) aufmerksam gemacht, wie Euler ||) und Barlow §) auf einen ähnlichen im südlichen Australien.

Polarlicht.

Wir haben die drei Elemente des tellurischen Magnetismus, d. i. die Hauptarten seiner Manifestation: Intensität, Inclination und Declination, in ihren von den geographischen Ortsverhältnissen abhängigen, nach Tages- und Jahreszeiten veränderlichen Bewegungen ausführlich behandelt. Die außerordentlichen Störungen, welche zuerst an der Declination beobachtet wurden, sind, wie Halley geahndet, wie Dufay und Hiorter erkannt haben, theils Verboten, theils Begleiter des magnetischen Polar-

---

*) Sabine, Magn. and Meteor. Observ. at the Cape of Good Hope Vol. I. p. LX.

†) Bei der Beurtheilung so naher Epochen des Durchganges der Linie ohne Abweichung und der Priorität dieses Durchganges darf nicht vergessen werden, wie leicht bei den damals angewandten Instrumenten und Methoden ein Irrthum von 1° verfallen konnte.

‡) Kosmos 1. Buch S. 92 Anm. ‡.

||) Euler in den Mém. de l'Acad. de Berlin 1757 p. 176.

§) Barlow in den Phil. Tr. for 1833 P. II. p. 671. Ueber die älteren Magnet-Beobachtungen in St. Petersburg aus der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts herrscht große Unsicherheit. Die Abweichung soll von 1726 bis 1772 immer 3° 15′ oder 3° 30′ gewesen sein! Hansteen, Magnetismus der Erde S. 7 und 143.

lichts. Ueber die Eigenthümlichkeiten dieses, oft durch Farbenpracht so ausgezeichneten Lichtprocesses der Erde habe ich mit ziemlicher Vollständigkeit in dem Naturgemälde gehandelt, und neuere Beobachtungen sind im allgemeinen den dort geäußerten Ansichten günstig gewesen. „Das Nordlicht ist nicht sowohl als eine äußere Ursach der Störung in dem Gleichgewicht der Vertheilung des Erd-Magnetismus geschildert worden; sondern vielmehr als eine bis zum leuchtenden Phänomen gesteigerte tellurische Thätigkeit, deren eine Seite die unruhige Schwingung der Nadel und deren andere das polare Leuchten des Himmelsgewölbes ist." Das Polarlicht erscheint nach dieser Ansicht als eine Art stiller Entladung, als das Ende eines magnetischen Ungewitters; in dem electrischen erneuert sich ebenfalls durch eine Licht-Entwickelung, durch Blitze, von krachendem Donner begleitet, das gestörte Gleichgewicht der Electricität. Die wiederholte*) Aufstellung einer bestimmten Hypothese gewährt in einer so verwickelten und geheimnißvollen Erscheinung wenigstens den Vortheil, daß die Bestrebungen dieselbe zu widerlegen zu einer anhaltenderen und sorgfältigeren Beobachtung der einzelnen Vorgänge anreizen.

Bei der rein objectiven Beschreibung dieser Vorgänge verweilend, und hauptsächlich die schöne und einzige Reihe ununterbrochener achtmonatlicher Forschungen benutzend, die wir dem Aufenthalte ausgezeichneter Physiker †) im äußersten Norden von Scandinavien (1838—1839) verdanken: richten wir zuerst unsere Aufmerksamkeit auf die allmälig am Horizont aufsteigende dunkle Nebelwand, das sogenannte schwarze Segment des Nordlichts. ‡) Die Schwärze ist, wie Argelander bemerkt, nicht eine Folge des Contrastes; denn sie ist bisweilen früher sichtbar, als der hellleuchtende Bogen sie zu begrenzen anfängt. Es ist ein Proceß, der in einem Theil des Luftkreises vorgeht; denn nichts beweist bisher eine materielle Beimischung, welche die Verdunkelung erregte. Die kleinsten Sterne erkennt das Fernrohr in dem schwarzen Segment, wie in den farbigen, lichten Theilen des schon völlig entwickelten Nordlichts. In den höheren Breiten scheint das schwarze Segment weit seltener zu sein als in den mittleren. Bei sehr reinem Himmel im Februar und März, wo das Polarlicht häufig war, fehlte es dort ganz; und Keilhau hat einen vollen Winter lang es in Lapland (zu Talwig) gar nicht gesehen. Durch genaue Bestimmungen von Sternhöhen zeigte Argelander, daß kein Theil des Polarlichts auf diese Höhen Einfluß ausübt. Auch außerhalb der Segmente erscheinen, doch selten, schwarze Strahlen, die Hansteen ||) und ich mehrfach haben aufsteigen sehen; mit ihnen erscheinen rundliche schwarze Flecken, welche von Lichträumen eingeschlossen sind und mit denen Siljeström sich besonders beschäftigt hat. §) Auch in der so seltenen Nordlichts-Krone, welche durch Wirkung von linear-perspectivischen Projectionen in ihrem Höhepunkte der Magnet-Inclination des Orts entspricht, ist die Mitte meist von sehr dunkler Schwärze. Bravais hält diese und die schwarzen Strahlen für optische Contrast-Täuschungen. Von den Lichtbogen erscheinen oft mehrere zugleich, in seltenen Fällen 7—9, parallel gegen den

---

*) Kosmos I. Buch S. 99—105 und Dove in Poggend. Ann. Bd. XIX. S. 388.

†) Die verdienstvolle Arbeit von Lottin, Bravais, Lilliehöök und Siljeström, welche vom 19. Sept. 1838 bis 8. April 1839 in Finnmarken zu Bossekop (Br. 69° 58') und zu Jupvig (Br. 70° 6') die Erscheinungen des Nordlichtes beobachteten, ist erschienen in der 4ten Abtheilung der Voyages en Scandinavie, en Laponie, au Spitzberg et aux Feroë, sur la Corvette la Recherche (Aurores boréales). Es sind diesen Beobachtungen beigefügt: die 1837—1840 von englischen Bergbeamten in den Kupfergruben zu Kalfiord (Br. 69° 56') erlangten wichtigen Resultate, p. 401—435.

‡) Vergl. über das Segment obscure de l'Aurore boréale die eben angeführte Schrift p. 437—444.

||) Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik 1826 Bd. XVI. S. 198 und Bd. XVIII. S. 364. Das dunkle Segment und das unbestreitbare Aufsteigen schwarzer Strahlen oder Streifen, in denen (durch Interferenz?) der Lichtproceß vernichtet ist, erinnern an Quet's Recherches sur l'Électrochimie dans le vide, und an Ruhmkorff's feine Versuche, bei denen im luftverdünnten Raume die positive Metallkugel von rothem, die negative von violettem Lichte strahlte, aber die stark leuchtenden parallelen Strahlenschichten regelmäßig durch ganz dunkele Schichten getrennt waren. "La lumière répandue entre les boules terminales des deux conducteurs électriques se partage en tranches nombreuses et parallèles, séparées par des couches obscures alternantes, et régulièrement distinctes." Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXV. 1852 p. 949.

§) Voyages en Scandinavie (Aurores bor.) p. 558. Ueber die Kronen und Zelte der Nordlichter s. die vortrefflichen Untersuchungen von Bravais p. 502—514.

Zenith fortschreitend; bisweilen fehlen sie ganz. Die Strahlenbündel und Lichtsäulen nehmen die vielfältigsten Gestalten an: gekrümmt, guirlandenartig ausgezackt, hakenförmig, kurzgeflammt oder wallenden Segeltüchern ähnlich. *)

In den hohen Breiten „ist die gewöhnlich herrschende Farbe des Polarlichts die weiße; ja die milchicht weiße, wenn die Intensität schwach ist. So wie der Farbenton lebhafter wird: geht er in's Gelbe über; die Mitte des breiten Strahls wird hochgelb, und an beiden Rändern entsteht abgesondert Roth und Grün. Geht die Strahlung in schmaler Länge vor, so liegt das Roth oben und das Grün unten. Geht die Bewegung seitwärts von der Linken zur Rechten oder umgekehrt, so entsteht immer das Roth nach der Seite hin, wohin sich der Strahl bewegt, und das Grün bleibt zurück." Sehr selten hat man von den grünen oder rothen Strahlen eine der Complementar-Farben allein gesehen. Blau sieht man gar nicht; und ein dunkles Roth, wie der Reflex einer Feuersbrunst, ist im Norden so selten, daß Siljeström es nur ein einziges Mal wahrgenommen hat. †) Die erleuchtende Stärke des Nordlichts erreicht selbst in Finmarken nie ganz die des Vollmonds.

Der, schon so lange von mir behauptete, wahrscheinliche Zusammenhang des Polarlichts mit der Bildung „der kleinsten und feinsten Cirrus-Wölkchen (von den Landleuten Schäfchen genannt), deren parallele Reihen in gleichen Abständen von einander meist der Richtung des magnetischen Meridians folgen", hat in den neuesten Zeiten allerdings viele Vertheidiger gefunden; ob aber, wie der nordische Reisende Thienemann und Admiral Wrangel wollen, die gereihten Schäfchen das Substrat des Polarlichts oder nicht vielmehr, wie Capitän Franklin, Dr. Richardson und ich vermuthen, die Wirkung eines das magnetische Ungewitter begleitenden, von demselben erzeugten, meteorologischen Processes seien: bleibt noch unentschieden. ‡) Neben der mit der Magnet-Declination zu vergleichenden Richtung regelmäßig geordneter, feinster Cirrus-Häufchen (Bandes polaires), hat mich auf dem mexicanischen Hochlande (1803) und in dem nördlichen Asien (1829) das Umbrechen der Convergenzpunkte lebhaft beschäftigt. Wenn das Phänomen recht vollständig ist: so bleiben die beiden scheinbaren Convergenzpunkte nicht fest, der eine in Nordost, der andere in Südwest (in der Richtung der Linie, welche die höchsten Punkte der bei Nacht leuchtenden Bogen des Polarlichts mit einander verbindet); sondern sie bewegen ||) sich allmälig gegen Ost und West. Eine ganz ähnliche Drehung oder Translation der Linie, welche im wirklichen Nordlicht die Gipfel der Lichtbogen verbindet, indem die Füße der Lichtbogen (Stützpunkte auf dem Horizont) sich im Azimuth verändern und von O—W gegen N—S wandern; ist mit vieler Genauigkeit einige Male in Fin-

---

*) A. a. O. (draperie ondulante, flamme d'un navire de guerre déployée horizontalement et agitée par le vent, crochets, fragments d'arcs et de guirlandes) p. 35, 37, 45, 67 und 481. Eine interessante Sammlung solcher Gestalten hat der ausgezeichnete Künstler der Expedition, Herr Bevalet, geliefert.

†) Vergl. Voy. en Scand. (Aur. bor.) p 523—528 und 557.

‡) Kosmos 1. Buch S. 101. Vergl. Franklin, Narrative of a journey to the shores of the Polar Sea, in 1819—1822, p. 597; Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie Bd. III. (1836) S. 488—490. Die ältesten Vermuthungen über den Verkehr des Nordlichtes und der Wolkenbildung sind wohl die von Frobesius (sieh: Aurorae borealis Spectacula, Helmst. 1739 p. 139).

||) Ich entlehne ein einziges Beispiel aus meinem handschriftlichen Tagebuche der sibirischen Reise: „Die ganze Nacht vom 5. zum 6. August (1829), von meinen Reisebegleitern getrennt, in freier Luft zugebracht, in dem Kosaken-Vorposten Krasnaja Jarki: dem östlichsten am Irtysch, längs der Grenze der chinesischen Dzungarei, und deshalb von einiger Wichtigkeit für die astronomische Ortsbestimmung. Nacht von großer Heiterkeit. Am östlichen Himmelsgewölbe bildeten sich plötzlich vor Mitternacht Polar-Cirrusstreifen (de petits moutons également espacés, distribués en bandes parallèles et polaires). Größte Höhe 35°. Der nördliche Convergenzpunkt bewegt sich langsam gegen Osten. Sie verschwinden, ohne den Zenith zu erreichen; und es bilden sich wenige Minuten darauf ganz ähnliche Polar-Cirrusbanden am nordöstlichen Himmelsgewölbe. Diese bewegen sich während eines Theils der Nacht fast bis zum Aufgang der Sonne wieder sehr regelmäßig bis N 70° O. In der Nacht ungewöhnlich viele Sternschnuppen und farbige Ringe um den Mond. Keine Spur von eigentlichem Nordlichte. Etwas Regen bei gefiedertem Gewölk; dann am 6. August Vormittags heiterer Himmel mit den auf's neue gebildeten Polarbanden von NNO in SSW unbeweglich und das Azimuth nicht verändernd, wie ich in Quito und Mexico so oft gesehen." (Die Magnet-Abweichung im Altai ist östlich.)

marken*) beobachtet worden. Die Schäfchen, zu Polarstreifen gereiht, entsprechen nach den hier entwickelten Ansichten der Lage nach den Lichtsäulen oder Strahlenbündeln, welche im Nordlicht aus den, meist ost-westlich gerichteten Bogen gegen den Zenith aufsteigen; sind also nicht mit diesen Bogen selbst zu verwechseln, von denen Parry einen nach einer Nordlicht-Nacht bei hellem Tage erkennbar stehen bleiben sah. Dieselbe Erscheinung hat sich am 3. Sept. 1827 in England wiederholt. Man erkannte bei Tage sogar aus dem Lichtbogen aufschießende Lichtsäulen. †)

Es ist mehrmals behauptet worden, daß um den nördlichen Magnetpol ein perpetuirlicher Lichtproceß am Himmelsgewölbe herrsche. Bravais, welcher 200 Nächte ununterbrochen beobachtet hat, in denen 152 Nordlichter genau beschrieben werden konnten, versichert allerdings, daß Nächte ohne Nordschein sehr exceptionell seien; aber er hat bei sehr heiterer Luft und ganz freier Aussicht auf den Horizont bisweilen nächtlich gar keine Spur des Polarlichts bemerkt, oder das magnetische Ungewitter erst sehr spät beginnen sehen. Die größte absolute Zahl der Nordlichter gehört dem Ausgang des Monats September an; und da der März eine relative Mehrheit im Vergleich mit Februar und April zu zeigen scheint, so kann man auch hier, wie bei anderen magnetischen Erscheinungen, einen Zusammenhang mit den Aequinoctien vermuthen. Zu den Beispielen von den Nordlichtern, die in Peru, von den Südlichtern, die in Schottland gesehen wurden, muß ein farbiges Nordlicht gezählt werden, welches der Cap. Lafond auf der Candide am 14. Januar 1831 südlich von Neu-Holland in 45° Breite volle zwei Stunden lang beobachtete. ‡)

Das Geräusch wird von den französischen Physikern und von Siljeström in Bossekop ||) mit eben der Bestimmtheit geläugnet als von Thienemann, Parry, Franklin, Richardson, Wrangel und Anjou. Die Höhe des Phänomens hat Bravais auf wenigens 100000 Meter (51307 Toisen, über dreizehn geogr. Meilen) geschätzt: wenn ein sonst sehr verdienstvoller Beobachter, Herr Farquharson, sie kaum zu 4000 Fuß anschlug. Die Fundamente aller dieser Bestimmungen sind sehr unsicher, und durch optische Täuschungen, wie durch Voraussetzungen über die reelle Identität des gleichzeitig an 2 entfernten Orten gesehenen Lichtbogens verunstaltet. Unbezweifelt dagegen ist der Einfluß des Nordlichts auf Declination, Inclination, horizontale und totale Intensität: also auf alle Elemente des Erd-Magnetismus; doch in verschiedenen Stadien der großen Erscheinung und bei einzelnen jener Elemente sehr ungleichartig. Die ausführlichsten Untersuchungen darüber sind die lapländischen von zwei verdienstvollen Beobachtern, Siljeström §) und Bravais (1838—1839); wie die canadischen von Toronto (1840—1841), welche Sabine so scharfsinnig discutirt hat. ¶) Bei unseren verabredeten gleichzeitigen Beobachtungen, die in Berlin (im Mendelssohn-Bartholdy'schen Garten), in Freiberg unter der Erde, in Petersburg, Kasan und Nikolajew angestellt wurden: wirkte das zu Alford in Aberdeenshire (Br. 57° 15′) gesehene Nordlicht vom 19. und 20. December 1829 an allen diesen Orten auf die Abwei-

---

*) Bravais, der, gegen meine Erfahrungen, die Cirrus-Häufchen in Bosekop fast immer wie Nordlicht-Bogen rechtwinklig gegen den magnetischen Meridian gerichtet fand (Voyages en Scandinavie (Phénomène de translation dans les pieds de l'arc des aurores boréales p. 534—537), beschreibt mit gewohnter Genauigkeit die Drehungen der wahren Nordlicht-Bogen p. 27, 92, 122 und 487. Auch in der südlichen Hemisphäre hat Sir James Roß solche progressive Veränderungen der Nordlicht-Bogen (Fortschreiten von WNW — OSO in NNO — SSW) in Südlichtern beobachtet; Voyage in the Southern and Antarctic Regions Vol. I. p. 311. Farbenlosigkeit scheint den Südlichtern oft eigen zu sein; Vol. I. p. 266, Vol. II. p. 209. Ueber nordlichtlose Nächte in Lapland s. Bravais a. a. O. p. 545

†) Kosmos 1. Buch S. 101 Anm. *. Die am hellen Tage gesehenen Nordlicht-Bogen erinnern an die Lichtstärke der Kerne und Schweife der Cometen von 1843 und 1847, welche in Nordamerika, in Parma und London nahe bei der Sonne erkannt wurden; Kosmos 1. Buch S. 48 Anm. *, 3. Buch S 599.

‡) Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. IV. 1837 p. 589.

||) Voyages en Scandinavie, en Laponie etc. (Aurores boréales) p. 559; und Martin's, Trad de la Météorol. de Kaemtz p. 460. Ueber die vermuthete Höhe des Nordlichts s. Bravais a. a. O. p. 549 u. 559.

§) A. a. O. p. 462.

¶) Sabine, Unusual Magnet. Disturbances P. I. p. XVIII, XXII, 3 und 54.

II.

Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche; sich offenbarend: a) bloß dynamisch, durch Erschütterungswellen (Erdbeben); — b) durch die, den Quellwassern mitgetheilte, erhöhte Temperatur, wie durch die Stoff-Verschiedenheit der beigemischten Salze und Gas-Arten (Thermalquellen); — c) durch den Ausbruch elastischer Flüssigkeiten, zu Zeiten von Erscheinungen der Selbstentzündung begleitet (Gas- und Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer, Salsen); — d) durch die großartigen und mächtigen Wirkungen eigentlicher Vulkane, welche (bei permanenter Verbindung durch Spalten und Krater mit dem Luftkreise) aus dem tiefsten Inneren geschmolzene Erden, theils nur als glühende Schlacken ausstoßen; theils gleichzeitig, wechselnden Processen krystallinischer Gesteinbildung unterworfen, in langen, schmalen Strömen ergießen.

Um, nach dem Grundplan dieser Schrift, die Verkettung der tellurischen Erscheinungen, das Zusammenwirken eines einigen Systems treibender Kräfte in der beschreibenden Darstellung festzuhalten; müssen wir hier daran erinnern, wie wir, beginnend von den allgemeinen Eigenschaften der Materie und den drei Hauptrichtungen ihrer Thätigkeit (Anziehung, licht- und wärmeerzeugende Schwingungen, electro-magnetische Processe), in der ersten Abtheilung die Größe, Formbildung und Dichte unseres Planeten, seine innere Wärme-Vertheilung und magnetische Ladung in ihren, nach bestimmten Gesetzen wechselnden Wirkungen der Intensität, Neigung und Abweichung betrachtet haben. Jene eben genannten Thätigkeits-Richtungen der Materie sind nahe verwandte*) Aeußerungen einer und derselben Urkraft. Am unabhängigsten von aller Stoff-Verschiedenheit treten dieselben in der Gravitation und Molecular-Anziehung auf. Wir haben unseren Planeten dabei in seiner kosmischen Beziehung zu dem Centralkörper seines Systems dargestellt: weil die innere primitive Wärme, wahrscheinlich durch die Condensation eines rotirenden Nebelringes erzeugt, durch Sonnen-Einwirkung (Insolation) modificirt wird. In gleicher Hinsicht ist der periodischen Einwirkung der Sonnenflecken, d. h. der Frequenz oder Seltenheit der Oeffnungen in den Sonnen-Umhüllungen, auf den Erd-Magnetismus, nach Maaßgabe der neuesten Hypothesen, gedacht worden.

Die zweite Abtheilung dieses Bandes ist dem Complex derjenigen tellurischen Erscheinungen gewidmet, welche der noch fortwährend wirksamen Reaction des Inneren der Erde gegen ihre Oberfläche†) zuzuschreiben sind. Ich bezeichne diesen Complex mit dem allgemeinen Namen des Vulcanismus oder Vulcanicität; und halte es für einen Gewinn, nicht zu trennen, was einen ursachlichen Zusammenhang hat, nur der Stärke der Kraftäußerung und der Complication der physischen Vorgänge nach verschieden ist. In dieser Allgemeinheit der Ansicht erhalten kleine, unbedeutend scheinende Phänomene eine größere Bedeutung. Wer als ein wissenschaftlich unvorbereiteter Beobachter zum ersten Male an das Becken tritt, welches eine heiße Quelle füllt, und licht-verlöschende Gas-Arten darin aufsteigen sieht; wer zwischen Reihen veränderlicher Kegel von Schlamm-Vulkanen wandelt, die kaum seine eigene Höhe überragen: ahndet nicht, daß in den friedlichen Räumen, welche die letzteren ausfüllen, mehrmals viele tausend Fuß hohe Feuerausbrüche statt gefunden haben; daß einerlei innere Kraft colossale Erhebungs-Krater: ja die mächtigen, verheerenden, lava-ergießenden Vulkane des Aetna und Pics von Teyde, die schlacken-auswerfenden des Cotopaxi und Tunguragua, erzeugt.

*) Kosmos 3. Buch S. 401. | †) 1. Buch S. 104—105.

Unter den mannigfach sich steigernden Phänomenen der Reaction des Inneren gegen die äußere Erdrinde sondere ich zuerst diejenigen ab, deren wesentlicher Charakter ein bloß dynamischer, der der Bewegung oder der Erschütterungswellen in den festen Erdschichten, ist: eine vulkanische Thätigkeit ohne nothwendige Begleitung von chemischer Stoff-Veränderung, von etwas Stoffartigem, ausgestoßenen oder neu erzeugten. Bei den anderen Reactions-Phänomenen des Inneren gegen das Aeußere: bei Gas- und Schlamm-Vulkanen, Naphtha-Feuern und Salsen; bei den großen, am frühesten, und lange allein Vulkane genannten Feuerbergen; fehlen nie Production von etwas Stoffartigem (elastisch-flüssigen oder festen), Processe der Zersetzung und Gas-Entbindung, wie der Gesteinbildung aus krystallinisch geordneten Theilchen. Das sind in der größten Verallgemeinerung die unterscheidenden Kennzeichen der vulkanischen Lebensthätigkeit unseres Planeten. In so fern diese Thätigkeit im größeren Maaße der hohen Temperatur der innersten Erdschichten zuzuschreiben ist, wird es wahrscheinlich, daß alle Weltkörper, welche mit Begleitung von ungeheurer Wärme-Entbindung sich geballt haben und aus einem dunstförmigen Zustande in einen festen übergegangen sind, analoge Erscheinungen darbieten müssen. Das Wenige, das wir von der Oberflächen-Gestaltung des Mondes wissen, scheint darauf hinzudeuten.*) Hebung und gestaltende Thätigkeit in krystallinischer Gesteinbildung aus einer geschmolzenen Masse sind auch in einem Weltkörper denkbar, den man für luft- und wasserlos hält.

Auf einen genetischen Zusammenhang der hier bezeichneten Classen vulkanischer Erscheinungen deuten die vielfachen Spuren der Gleichzeitigkeit und begleitender Uebergänge der einfacheren und schwächeren Wirkungen in stärkere und zusammengesetztere hin. Die Reihung der Materien in der von mir gewählten Darstellung wird durch eine solche Betrachtung gerechtfertigt. Die gesteigerte magnetische Thätigkeit unseres Planeten, deren Sitz wohl aber nicht in dem geschmolzenen Inneren zu suchen ist, wenn gleich (nach Lenz und Rieß) Eisen in geschmolzenem Zustande einen electrischen oder galvanischen Strom zu leiten vermag; erzeugt Licht-Entwickelung in den Magnet-Polen der Erde oder wenigstens meist in der Nähe derselben. Wir beschlossen die erste Abtheilung des tellurischen Bandes mit dem Leuchten der Erde. Auf dies Phänomen einer lichterzeugenden Schwingung des Aethers durch magnetische Kräfte lassen wir nun zuerst diejenige Classe der vulkanischen Thätigkeit folgen, welche, ihrem eigentlichen Wesen nach, ganz wie die magnetische, nur dynamisch wirkt: Bewegung, Schwingungen in der Feste erregend, nichts Stoffartiges erzeugend oder verändernd. Secundäre, nicht wesentliche Erscheinungen (aufsteigende Flammen während des Erdbebens, Wasser-Ausbrüche und Gas-Entwicklungen †) ihm folgend) erinnern an die Wirkung der Thermalquellen und Salsen. Flammen-Ausbrüche, viele Meilen weit sichtbar, und Felsblöcke, der Tiefe entrissen und umhergeschleudert ‡), zeigen die Salsen; und bereiten gleichsam vor zu den großartigen Erscheinungen der eigentlichen Vulkane, die wiederum zwischen weit von einander entfernten Eruptions-Epochen salsenartig nur Wasserdampf und Gasarten auf Spalten aushauchen. So auffallend und lehrreich sind die Analogien, welche in verschiedenen Stadien die Abstufungen des Vulcanismus darbieten.

*) 3. Buch S. 404, 551, 576 und 578—579.

†) 1. Buch S. 110.

‡) 1. Buch S. 116. Vergl. Bertrand-Geslin sur les roches lancées par le Volcan de boue du Monte Zibio près du bourg de Sassuolo in Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent (Relation historique) T. III. p. 566.

entweder unmittelbar gegen ein festes aufliegendes Felsgewölbe, oder mittelbar, wo in unterirdischen Becken die feste Masse durch elastische Dämpfe von der geschmolzenen, flüssigen Masse getrennt ist.

Der Kern unseres Planeten wird als aus unoxydirten Massen, aus den Metalloiden der Alkalien und Erden bestehend gedacht. Durch Zutritt von Wasser und Luft soll die vulkanische Thätigkeit in dem Kerne erregt werden. Die Vulkane ergießen allerdings eine große Menge Wasserdampf in die Atmosphäre; aber die Annahme des Eindringens des Wassers in den vulkanischen Heerd hat viele Schwierigkeit, in Betrachtung des gegenseitigen Druckes *) der äußeren Wassersäule und inneren Lava; und der Mangel oder wenigstens die große Seltenheit von brennendem Wasserstoff-Gas während der Eruption, welchen die Bildungen von Chlor-Wasserstoff-Säure †), Ammoniak und geschwefeltem Wasserstoff wohl nicht hinlänglich ersetzen, hat den berühmten Urheber der Hypothese sie selbst freimüthig ‡) aufzugeben vermocht.

Nach einer dritten Ansicht, der des so vielbegabten südamerikanischen Reisenden Boussingault, wird ein Mangel an Cohärenz in den trachyt- und doleritartigen Massen, welche die erhobenen Vulkane der Andeskette bilden, als eine Hauptursach vieler und sehr weit wirkender Erderschütterungen betrachtet. Die colossalen Kegel und domförmigen Gipfel der Cordilleren sind nach dieser Ansicht keinesweges in einem Zustande der Weichheit und halben Flüssigkeit; sondern vollkommen erhärtet, als ungeheure scharfkantige Fragmente, emporgeschoben und aufgethürmt worden. Bei einem solchen Emporschieben und Aufthürmen sind nothwendig große Zwischenräume und Höhlungen entstanden, so daß durch ruckweise Senkung und durch das Herabstürzen zu schwach unterstützter fester Massen Erschütterungen erfolgen. ||)

Mit mehr Klarheit, als die Betrachtungen über die Natur des ersten Impulses gewähren, den man sich freilich als verschiedenartig denken kann; sind die Wirkungen des Impulses, die Erschütterungswellen, auf einfache mechanische Theorien zurückzuführen. Dieser Theil unseres Naturwissens hat, wie wir schon oben be-

---

*) Gay-Lussac, Réflexions sur les Volcans in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. 1823 p. 418 und 426. — Der Verfasser, welcher mit Leopold von Buch und mir den großen Lava-Ausbruch des Vesuvs im Sept. 1805 beobachtete, hat das Verdienst gehabt die chemischen Hypothesen einer strengen Kritik zu unterwerfen. Er sucht die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in einer affinité très energique et non encore satisfaite entre les substances, à laquelle un contact fortuit leur permettait d'obéir, er begünstigt im ganzen die aufgegebene Davy'sche und Ampère'sche Hypothese: en supposant que les radicaux de la silice, de l'alumine, de la chaux et du fer soient unis au chlore dans l'intérieur de la terre; auch das Eindringen des Meerwassers ist ihm nicht unwahrscheinlich unter gewissen Bedingungen: p. 419, 420, 423 und 426. Vergl. über die Schwierigkeit einer Theorie, die sich auf das Eindringen des Wassers gründet, Hopkins im Meeting of 1847 p. 38.

†) In den südamerikanischen Vulkanen fehlt unter den ausgestoßenen Dämpfen, nach den schönen Analysen von Boussingault an 5 Kraterrändern (Tolima, Purace, Pasto, Tuqueras und Cumbal), Chlor-Wasserstoff-Säure gänzlich: nicht aber an den italiänischen Vulkanen; Annales de Chimie T. LII. 1833 p. 7 u. 23.

‡) Kosmos 1. Buch S. 122. Indem Davy auf das bestimmteste die Meinung aufgab, daß die vulkanischen Ausbrüche eine Folge der Berührung der metalloidischen Basen durch Luft und Wasser seien, erklärte er doch, es könne das Dasein von oxydirbaren Metalloiden im Inneren der Erde eine mitwirkende Ursach in den schon begonnenen vulkanischen Processen sein.

||) J'attribue, sagt Boussingault, la plupart des tremblemens de terre dans la Cordillère des Andes à des éboulemens qui ont lieu dans l'intérieur de ces montagnes par le tassement qui s'opère et qui est une conséquence de leur soulèvement. Le massif qui constitue ces cimes gigantesques, n'a pas été soulevé à l'état pâteux: le soulèvement n'a eu lieu qu'après la solidification des roches. J'admets par conséquent que le relief des Andes se compose de fragmens de toutes dimensions, entassés les uns sur les autres. La consolidation des fragmens n'a pu être tellement stable dès le principe qu'il n'y ait des tassemens après le soulèvement, qu'il n'y ait des mouvemens intérieurs dans les masses fragmentaires. Boussingault sur les tremblemens de terre des Andes, in den Annales de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 84—86. In der Beschreibung seiner denkwürdigen Besteigung des Chimborazo (Ascension au Chimborazo le 16. déc. 1831, a. a. O. p. 176) heißt es wieder: Comme le Cotopaxi, l'Antisana, le Tunguragua et en général les volcans qui hérissent les plateaux des Andes, la masse du Chimborazo est formée par l'accumulation de débris trachytiques, amoncelés sans aucun ordre. Ces fragmens, d'un volume souvent énorme, ont été soulevés à l'état solide par des fluides élastiques qui se sont fait jour sur les points de moindre résistance; leurs angles sont toujours tranchans. Die hier bezeichnete Ursach der Erdbeben ist die, welche Hopkins in seiner „analytischen Theorie der vulkanischen Erscheinungen" a shock produced by the falling of the roof of a subterranean cavity nennt (Meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 82).

merkt, in der neuesten Zeit wesentlich gewonnen. Man hat die Erdwellen in ihren Fortschritten, ihrer Verbreitung durch Gebirgsarten von verschiedener Dichtigkeit und Elasticität*) geschildert; die Ursachen der Fortpflanzungs-Geschwindigkeit, ihre Abnahme durch Brechung, Reflex und Interferenz†) der Schwingungen mathematisch erforscht. Die scheinbar kreisenden (rotatorischen) Erschütterungen, von denen die Obelisken vor dem Kloster San Bruno in der kleinen Stadt Stephano del Bosco (Calabrien 1783) ein so viel besprochenes Beispiel dargeboten hatten, hat man versucht, auf geradlinige zu reduciren.‡) Luft-, Wasser- und Erdwellen folgen allerdings räumlich denselben Gesetzen, welche die Bewegungslehre anerkennt; aber die Erdwellen sind in ihrer verheerenden Wirkung von Phänomenen begleitet, die ihrer Natur nach dunkler bleiben und in die Classe physischer Processe gehören. Als solche sind aufzuzählen: Ausströmungen von gespannten Dämpfen; von Gas-Arten; oder, wie in den kleinen bewegten Moya-Kegeln von Pelileo, grusartiger Gemenge von Pyroxen-Krystallen, Kohle und Infusionsthierchen mit Kieselpanzern. Diese wandernden Kegel haben eine große Zahl von Hütten der Indianer umgestürzt.||)

In dem allgemeinen Naturgemälde sind viele über die große Catastrophe von Riobamba (4. Febr. 1797) aus dem Munde der Ueberlebenden an Ort und Stelle mit dem ernsten Bestreben nach historischer Wahrheit gesammelte Thatsachen erzählt. Einige sind den Ereignissen bei dem großen Erdbeben von Calabrien aus dem Jahre 1783 analog, andere sind neu und durch die minenartige Kraftäußerung von unten nach oben besonders charakterisirt. Das Erdbeben selbst war von keinem unterirdischen Getöse begleitet, durch keines verkündigt. Ein ungeheures Getöse, noch jetzt durch den einfachen Namen el gran ruido bezeichnet, wurde erst 18 bis 20 Minuten später, und bloß unter den beiden Städten Quito und Ibarra, fern von Tacunga, Hambato und dem Hauptschauplatz der Verheerung, vernommen. Es giebt kein anderes Ereigniß in den trüben Verhängnissen des Menschengeschlechts, durch welches in wenigen Minuten, und dazu in sparsam bevölkerten Gebirgsländern, so viele Tausende auf einmal den Tod finden, als durch die Erzeugung und den Vorübergang weniger Erdwellen, von Spaltungs-Phänomen begleitet!

Bei dem Erdbeben von Riobamba, über welches der berühmte valencianische Botaniker, Don José Cavanilles, die frühesten Nachrichten mitgetheilt hat, verdienen noch folgende Erscheinungen eine besondere Aufmerksamkeit: Klüfte, die sich abwechselnd öffneten und wiederum schlossen: so daß Menschen sich dadurch retteten, daß sie beide Arme ausstreckten, um nicht zu versinken; das Verschwinden ganzer Züge von Reitern oder beladener Maulthiere

---

*) Mallet, Dynamics of Earthquakes p. 74, 80 und 82; Hopkins (Meeting at Oxford) p. 74—82. Alles, was wir von den Erschütterungswellen und Schwingungen in festen Körpern wissen, zeigt das Unhaltbare älterer Theorien über die durch eine Reihung von Höhlen erleichterte Fortpflanzung der Bewegung. Höhlen können nur auf secundäre Weise bei dem Erdbeben wirken, als Räume für Anhäufung von Dämpfen und verdichteten Gasarten. La terre, vieille de tant de siècles, sagt Gay-Lussac sehr schön (Ann. de Chimie et de Phys. T. XXII. 1823 p. 428), conserve encore une force intestine, qui éléve des montagnes (dans la croûte oxydée), renverse des cités et agite la masse entière. La plupart des montagnes, en sortant du sein de la terre, ont dû y laisser de vastes cavités, qui sont restées vides, a moins qu'elles n'aient été remplies par l'eau (et des fluides gazeux). C'est bien à tort que Deluc et beaucoup de Géologues se servent de ces vides, qu'ils s'imaginent se prolonger en longues galeries, pour propager au loin les tremblements de terre. Ces phénomènes si grands et si terribles sont de très fortes ondes sonores, excitées dans la masse solide de la terre par une commotion quelconque, qui s'y propage avec la même vitesse que le son s'y propagerait. Le mouvement d'une voiture sur le pavé ébranle les plus vastes édifices, et se communique à travers des masses considérables, comme dans les carrières profondes au-dessous de Paris.

†) Ueber Interferenz-Phänomene in den Erdwellen, denen der Schallwellen analog, s. Kosmos 1. Buch S. 105 und Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 379.

‡) Mallet on vorticose shocks and cases of twistings, im Meet. of the Brit. Assoc. in 1850 p. 33 und 49, im Admiralty Manual 1849 p. 213. (Vergl. Kosmos 1. Buch S. 106.

||) Die Moya-Kegel sind 19 Jahre nach mir noch von Boussingault gesehen worden. "Des éruptions boueuses, suites du tremblement de terre, comme les éruptions de la *Moya* de Pelileo, qui ont enseveli des villages entiers." (Ann. de Chim. et de Phys. T. LVIII. p. 81.)

(recuas), deren einige durch, sich plötzlich aufthuende Querklüfte verschwanden, während andere, zurückfliehend, der Gefahr entgingen; so heftige Schwankungen (ungleichzeitige Erhebung und Senkung) naher Theile des Bodens, daß Personen, welche auf einem mehr als 12 Fuß hohen Chor in einer Kirche standen, ohne Sturz auf das Straßenpflaster gelangten; die Versenkung von massiven Häusern,*) in denen die Bewohner innere Thüren öffnen konnten: und zwei Tage lang, ehe sie durch Ausgrabung entkamen, unversehrt von einem Zimmer in das andere gingen, sich Licht anzündeten, von zufällig entdeckten Vorräthen sich nährten, und über den Grad der Wahrscheinlichkeit ihrer Rettung mit einander haderten; das Verschwinden so großer Massen von Steinen und Baumaterial. Alt-Riobamba hatte Kirchen und Klöster, zwischen Häusern von mehreren Stockwerken; und doch habe ich, als ich den Plan der zerstörten Stadt aufnahm, in den Ruinen nur Steinhaufen von 8 bis 10 Fuß Höhe gefunden. In dem südwestlichen Theil von Alt-Riobamba (in dem vormaligen Barrio de Sigchuguaicu) war deutlich eine minenartige Explosion, die Wirkung einer Kraft von unten nach oben zu erkennen. Auf dem, einige hundert Fuß hohen Hügel Cerro de la Culca, welcher sich über dem, ihm nördlich liegenden Cerro de Cumbicarca erhebt, liegt Steinschutt, mit Menschengerippen vermengt. Translatorische Bewegungen in horizontaler Richtung, durch welche Baumalleen, ohne entwurzelt zu werden, sich verschieben; oder Culturstücke sehr verschiedener Art sich gegenseitig verdrängen: haben sich in Quito wie in Calabrien mehrfach gezeigt. Eine noch auffallendere und complicirtere Erscheinung ist das Auffinden von Geräthschaften eines Hauses in den Ruinen anderer, weit entfernter: ein Auffinden, das zu Processen Anlaß gegeben hat. Ist es, wie die Landeinwohner glauben, ein Versinken, dem ein Auswurf folgt? oder, trotz der Entfernung, ein bloßes Ueberschütten? Da in der Natur unter wieder eintretenden ähnlichen Bedingungen sich alles wiederholt, so muß man durch Nicht-Verschweigen auch des noch unvollständig Beobachteten die Aufmerksamkeit künftiger Beobachter auf specielle Phänomene leiten.

Es ist nach meinen Erfahrungen nicht zu vergessen, daß bei den meisten Spalten-Erzeugungen, neben der Erschütterung fester Theile als Erdwelle, auch ganz andere und zwar physische Kräfte, Gas- und Dampf-Emanationen, mitwirken. Wenn in der Wellenbewegung die äußerste Grenze der Elasticität der bewegten Materie (nach Verschiedenheit der Gebirgsarten oder der losen Erdschichten) überschritten wird und Trennung entsteht; so können durch die Spalten gespannte elastische Flüssigkeiten ausbrechen, welche verschiedenartige Stoffe aus dem Inneren auf die Oberfläche führen und deren Ausbruch wiederum Ursach von translatorischen Bewegungen wird. Zu diesen, die primitive Erschütterung (das Erdbeben) nur begleitenden Erscheinungen gehört das Emporheben der unbestritten wandernden Moya-Kegel; wahrscheinlich auch der Transport von Gegenständen auf der Oberfläche der Erde.†) Wenn in der Bildung mächtiger Spalten sich dieselben nur in den oberen Theilen schließen, so kann die Entstehung bleibender unterirdischer Höhlungen nicht bloß Ursach zu neuen Erdbeben werden: indem nach Boussingault's Vermuthung sich mit der Zeit schlecht unterstützte Massen ablösen und, Erschütterung erregend, senken; sondern man kann sich auch die Möglichkeit denken, daß die Erschütterungskreise dadurch erweitert werden, daß auf den bei

*) Ueber Versetzung von Gebäuden und Pflanzungen bei dem Erdbeben von Calabrien s. Lyell, Principles of Geology Vol. I. p 484—491. Ueber Rettung in Spalten bei dem großen Erdbeben von Riobamba s. meine Relat. hist. T. II. p. 642. Als ein merkwürdiges Beispiel von der Schließung einer Spalte ist anzuführen, daß bei dem berühmten Erdbeben (Sommer 1851) in der neapolitanischen Provinz Basilicata in Barile bei Melfi eine Henne mit beiden Füßen im Straßenpflaster eingeklemmt gefunden wurde, nach dem Berichte von Scacchi.

†) Kosmos 1. Buch S. 51. Daß die durch Erdbeben entstehenden Spalten sehr lehrreich für die Gangbildung und das Phänomen des Verwerfens sind, indem der neuere Gang den älterer Formation verschiebt, hat Hopkins sehr richtig theoretisch entwickelt. Lange aber vor dem verdienstvollen Phillips hat Werner die Altersverhältnisse des verwerfenden durchsetzenden Ganges zu dem verworfenen, durchsetzten, in seiner Theorie der Gänge (1791) gezeigt. Vergl. Report of the meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 62.

den früheren Erdbeben geöffneten Spalten in dem neuen Erdbeben elastische Flüssigkeiten da wirken, wohin sie vorher nicht gelangen konnten. Es ist also ein begleitendes Phänomen, nicht die Stärke der Erschütterungswelle, welche die festen Theile der Erde einmal durchlaufen ist, was die allmälige, sehr wichtige und zu wenig beachtete, Erweiterung des Erschütterungskreises veranlaßt.*)

Vulkanische Thätigkeiten, zu deren niederen Stufen das Erdbeben gehört, umfassen fast immer gleichzeitig Phänomene der Bewegung und physischer stoffartiger Production. Wir haben schon mehrfach im Naturgemälde erinnert, wie aus Spalten, fern von allen Vulkanen, emporsteigen: Wasser und heiße Dämpfe, kohlensaures Gas und andere Moffetten, schwarzer Rauch (wie, viele Tage lang, im Felsen von Alvidras beim Erdbeben von Lissabon vom 1. November 1755), Feuerflammen, Sand, Schlamm, und mit Kohle gemengte Moya. Der scharfsinnige Geognost Abich hat den Zusammenhang nachgewiesen, der im persischen Ghilan zwischen den Thermalquellen von Sarein (5051 Fuß), auf dem Wege von Ardebil nach Tabriz, und den Erdbeben statt findet, welche das Hochland oft von zwei zu zwei Jahren heimsuchen. Im October 1848 nöthigte eine undulatorische Bewegung des Bodens, welche eine ganze Stunde dauerte, die Einwohner von Ardebil die Stadt zu verlassen; und sogleich stieg die Temperatur der Quellen, die zwischen 44° und 46° Cent. fällt, einen ganzen Monat lang bis zum schmerzlichsten Verbrühen.†) Nirgends vielleicht auf der Erde ist, nach Abich's Ausspruch, der „innige Zusammenhang spaltenerregender Erdbeben mit den Phänomenen der Schlamm-Vulkane, der Salsen, der den durchlöcherten Boden durchdringenden brennbaren Gase, der Petroleum-Quellen bestimmter angedeutet und klarer zu erkennen, als in dem südöstlichen Ende des Caucasus zwischen Schemacha, Baku und Sallian. Es ist der Theil der großen aralo-caspischen Depression, in welchem der Boden am häufigsten erschüttert wird.“‡) Mir selbst ist es im nördlichen Asien auffallend gewesen, daß der Erschütterungskreis, dessen Mittelpunkt die Gegend des Baikal-Sees zu sein scheint, sich westlich nur bis zur östlichsten Grenze des russischen Altai: bis zu den Silbergruben von Ridderik, dem trachytartigen Gestein der Kruglaja Sopka, und den heißen Quellen von Rachmanowka und Arachan; nicht aber bis zur Uralkette erstreckt. Weiter nach Süden hin, jenseits des Parallelkreises von 45°, erscheint in der Kette des Thianschan (Himmelsgebirges) eine von Osten nach Westen gerichtete Zone von vulkanischer Thätigkeit jeglicher Art der Manifestation. Sie erstreckt sich nicht bloß vom Feuer-District (Ho-tscheu) in Turfan durch die kleine Asferah-Kette bis Baku, und von da über den Ararat bis nach Kleinasien; sondern, zwischen den Breiten von 38° und 40° oscillirend, glaubt man sie durch das vulkanische Becken des Mittelmeeres bis nach Lissabon und den Azoren verfolgen zu können. Ich habe an einem anderen Orte||) diesen wichtigen Gegenstand der vulkanischen Geographie ausführlich behandelt.

---

*) Vergl. über gleichzeitige Erschütterung des Tertiär-Kalkes von Cumana und Maniquarez, seit dem großen Erdbeben von Cumana am 14. December 1796, Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 314, Kosmos 1. B. S. 110, und Mallet, Meeting of the Brit. Assoc. in 1850 p. 28.

†) Abich über Daghestan, Schagdagh und Ghilan in Poggendorff's Annalen Bd. 76. 1849 S. 157. Auch in einem Bohrloche bei Sassendorf in Westphalen (Regierungs-Bezirk Arnsberg) nahm, in Folge des sich weit erstreckenden Erdbebens vom 29. Juli 1846, dessen Erschütterungs-Centrum man nach St. Goar am Rhein verlegt, die Salzsole, sehr genau geprüft, um 1½ Procent an Gehalt zu: wahrscheinlich, weil sich andere Zuleitungsklüfte geöffnet hatten (Nöggerath, das Erdbeben im Rheingebiete vom 29. Juli 1846 S. 14). Bei dem schweizer Erdbeben vom 25. August 1851 stieg nach Charpentier's Bemerkung die Temperatur der Schwefelquelle von Lavey (oberhalb St. Maurice am Rhone-Ufer) von 31° auf 36°,3.

‡) Zu Schemacha (Höhe 2245 Fuß), einer der vielen meteorologischen Stationen, die unter Abich's Leitung der Fürst Woronzow im Caucasus hat gründen lassen, wurden 1848 allein 18 Erdbeben von dem Beobachter in dem Journale verzeichnet.

||) S. Asie centrale T. I. p. 324—329 und T. II. p. 108—120; und besonders meine Carte des Montagnes et Volcans de l'Asie, verglichen mit den geognostischen Karten des Caucasus und Hochlandes von Armenien von Abich, wie mit der Karte von Kleinasien (Argäus) von Peter Tschichatschef, 1853 (Rose, Reise nach dem Ural, Altai und kasp. Meere Bd. II. S. 576 und 597). "Du Tourfan, situé sur la pente méridionale du Thianchan, jusqu'à l'Archipel des Azores (heißt es in der Asie centrale) il y a 120° de longitude. C'est vraisemblablement la *bande de réactions volcaniques* la plus longue et la plus régulière, oscillant faiblement entre 38° et 40° de latitude, qui existe sur la terre; elle surpasse de beaucoup en étendue la bande volcanique de la Cordillère

(recuas), deren einige durch, sich plötzlich aufthuende Queerklüfte vers
andere, zurückfliehend, der Gefahr entgingen; so heftige Schwankun
Erhebung und Senkung) naher Theile des Bodens, daß Personen, we
als 12 Fuß hohen Chor in einer Kirche standen, ohne Sturz auf das
langten; die Versenkung von massiven Häusern,*) in denen die Bewo
öffnen konnten: und zwei Tage lang, ehe sie durch Ausgrabung entkan
einem Zimmer in das andere gingen, sich Licht anzündeten, von zufäll
then sich nährten, und über den Grad der Wahrscheinlichkeit ihrer Re
haderten; das Verschwinden so großer Massen von Steinen und
Riobamba hatte Kirchen und Klöster, zwischen Häusern von mehrerer
doch habe ich, als ich den Plan der zerstörten Stadt aufnahm, in den
haufen von 8 bis 10 Fuß Höhe gefunden. In dem südwestlichen Theil
(in dem vormaligen Barrio de Sigchuguaicu) war deutlich eine min
die Wirkung einer Kraft von unten nach oben zu erkennen. Auf dem,
hohen Hügel Cerro de la Culca, welcher sich über dem, ihm nördlich
Cumbicarca erhebt, liegt Steinschutt, mit Menschengerippen vermeng
rische Bewegungen in horizontaler Richtung, durch welche Baumalle
zu werden, sich verschieben; oder Culturstücke sehr verschiedener Art
drängen: haben sich in Quito wie in Calabrien mehrfach gezeigt. Ein
und complicirtere Erscheinung ist das Auffinden von Geräthschaften e
Ruinen anderer, weit entfernter: ein Auffinden, das zu Processen Anla
es, wie die Landeinwohner glauben, ein Versinken, dem ein Auswur
der Entfernung, ein bloßes Ueberschütten? Da in der Natur unter
ähnlichen Bedingungen sich alles wiederholt, so muß man durch Nich
des noch unvollständig Beobachteten die Aufmerksamkeit künftiger Beo
Phänomene leiten.

Es ist nach meinen Erfahrungen nicht zu vergessen, daß bei den r
Erzeugungen, neben der Erschütterung fester Theile als Erdwel
und zwar physische Kräfte, Gas- und Dampf-Emanationen, mitwir
Wellenbewegung die äußerste Grenze der Elasticität der
(nach Verschiedenheit der Gebirgsarten oder der losen Erdschichten) übe
Trennung entsteht; so können durch die Spalten gespannte elastische F
chen, welche verschiedenartige Stoffe aus dem Inneren auf die Oberflä
Ausbruch wiederum Ursach von translatorischen Bewegungen wird.
tive Erschütterung (das Erdbeben) nur begleitenden Erscheinun
perbeben der unbestritten wandernden Moya-Kegel; wahrschein
port von Gegenständen auf der Oberfläche der Erde. †) Wenn in der
Spalten sich dieselben nur in den oberen Theilen schließen, so kann die
der unterirdischer Höhlungen nicht bloß Ursach zu neuen Erdbeben
Boussingault's Vermuthung sich mit der Zeit schlecht unterstü
und, Erschütterung erregend, senken; sondern man kann sich auch die
daß die Erschütterungskreise dadurch erweitert werde

---

*) Ueber Versetzung von Gebäuden und Pflanzungen bei dem Erdbeben von Calabrien s. Lyell, Principles of Geology Vol. I. p 481—491. Ueber Rettung in Spalten bei dem großen Erdbeben von Riobamba s. meine Relat. hist. T. II. p. 642. Als ein merkwürdiges Beispiel von der Schließung einer Spalte ist anzuführen, daß bei dem berühmten Erdbeben (Sommer 1851) in der neapolitanischen Provinz Basilicata in Barile bei Melfi eine Henne mit beiden Füßen im Straßenpflaster eingeklemmt gefunden wurde, nach dem Berichte von Scacchi.

†) Kosmos 1. Buch S.
beben entstehenden Spalten sch
bildung und das Phänom
sind, indem der neuere Gan
verschiebt, hat Hopkins sehr ric
Lange aber vor dem verdien
Werner die Altersverhältni
durchsetzenden Ganges zu dem
in seiner Theorie der Gange
Report of the meeting of the
1847 p. 62.

II.

Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche; sich offenbarend: a) bloß dynamisch, durch Erschütterungswellen (Erdbeben); — b) durch die, den Quellwassern mitgetheilte, erhöhte Temperatur, wie durch die Stoff-Verschiedenheit der beigemischten Salze und Gas-Arten (Thermalquellen); — c) durch den Ausbruch elastischer Flüssigkeiten, zu Zeiten von Erscheinungen der Selbstentzündung begleitet (Gas- und Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer, Salsen); — d) durch die großartigen und mächtigen Wirkungen eigentlicher Vulkane, welche (bei permanenter Verbindung durch Spalten und Krater mit dem Luftkreise) aus dem tiefsten Inneren geschmolzene Erden, theils nur als glühende Schlacken ausstoßen; theils gleichzeitig, wechselnden Processen krystallinischer Gesteinbildung unterworfen, in langen, schmalen Strömen ergießen.

Um, nach dem Grundplan dieser Schrift, die Verkettung der tellurischen Erscheinungen, das Zusammenwirken eines einigen Systems treibender Kräfte in der beschreibenden Darstellung festzuhalten; müssen wir hier daran erinnern, wie wir, beginnend von den allgemeinen Eigenschaften der Materie und den drei Hauptrichtungen ihrer Thätigkeit (Anziehung, licht- und wärmeerzeugende Schwingungen, electro-magnetische Processe), in der ersten Abtheilung die Größe, Formbildung und Dichte unseres Planeten, seine innere Wärme-Vertheilung und magnetische Ladung in ihren, nach bestimmten Gesetzen wechselnden Wirkungen der Intensität, Neigung und Abweichung betrachtet haben. Jene eben genannten Thätigkeits-Richtungen der Materie sind nahe verwandte*) Aeußerungen einer und derselben Urkraft. Am unabhängigsten von aller Stoff-Verschiedenheit treten dieselben in der Gravitation und Molecular-Anziehung auf. Wir haben unseren Planeten dabei in seiner kosmischen Beziehung zu dem Centralkörper seines Systems dargestellt: weil die innere primitive Wärme, wahrscheinlich durch die Condensation eines rotirenden Nebelringes erzeugt, durch Sonnen-Einwirkung (Insolation) modificirt wird. In gleicher Hinsicht ist der periodischen Einwirkung der Sonnenflecken, d. h. der Frequenz oder Seltenheit der Oeffnungen in den Sonnen-Umhüllungen, auf den Erd-Magnetismus, nach Maaßgabe der neuesten Hypothesen, gedacht worden.

Die zweite Abtheilung dieses Bandes ist dem Complex derjenigen tellurischen Erscheinungen gewidmet, welche der noch fortwährend wirksamen Reaction des Inneren der Erde gegen ihre Oberfläche†) zuzuschreiben sind. Ich bezeichne diesen Complex mit dem allgemeinen Namen des Vulcanismus oder Vulcanicität; und halte es für einen Gewinn, nicht zu trennen, was einen ursachlichen Zusammenhang hat, nur der Stärke der Kraftäußerung und der Complication der physischen Vorgänge nach verschieden ist. In dieser Allgemeinheit der Ansicht erhalten kleine, unbedeutend scheinende Phänomene eine größere Bedeutung. Wer als ein wissenschaftlich unvorbereiteter Beobachter zum ersten Male an das Becken tritt, welches eine heiße Quelle füllt, und licht-verlöschende Gas-Arten darin aufsteigen sieht; wer zwischen Reihen veränderlicher Kegel von Schlamm-Vulkanen wandelt, die kaum seine eigene Höhe überragen: ahndet nicht, daß in den friedlichen Räumen, welche die letzteren ausfüllen, mehrmals viele tausend Fuß hohe Feuerausbrüche statt gefunden haben; daß einerlei innere Kraft colossale Erhebungs-Krater: ja die mächtigen, verheerenden, lava-ergießenden Vulkane des Aetna und Pics von Teyde, die schlacken-auswerfenden des Cotopaxi und Tunguragua, erzeugt.

---

*) Kosmos 3. Buch S. 401.

†) 1. Buch S. 104—105.

Unter den mannigfach sich *steigernden* Phänomenen der Reaction des Inneren gegen die äußere Erdrinde sondere ich zuerst diejenigen ab, deren wesentlicher Charakter ein bloß *dynamischer*, der der Bewegung oder der Erschütterungswellen in den festen Erdschichten, ist: eine vulkanische Thätigkeit ohne *nothwendige* Begleitung von chemischer Stoff-Veränderung, von etwas Stoffartigem, ausgestoßenen oder neu erzeugten. Bei den anderen Reactions-Phänomenen des Inneren gegen das Aeußere: bei *Gas- und Schlamm-Vulkanen*, *Naphtha-Feuern* und *Salsen*; bei den großen, am frühesten, und lange allein *Vulkane* genannten *Feuerbergen*; fehlen nie Production von etwas Stoffartigem (elastisch-flüssigen oder festen), Processe der Zersetzung und Gas-Entbindung, wie der *Gesteinbildung* aus krystallinisch geordneten Theilchen. Das sind in der größten *Verallgemeinerung* die unterscheidenden Kennzeichen der *vulkanischen Lebensthätigkeit* unseres Planeten. In so fern diese Thätigkeit im größeren Maaße der hohen Temperatur der innersten Erdschichten zuzuschreiben ist, wird es wahrscheinlich, daß alle Weltkörper, welche mit Begleitung von ungeheurer Wärme-Entbindung sich *geballt* haben und aus einem dunstförmigen Zustande in einen festen übergegangen sind, analoge Erscheinungen darbieten müssen. Das Wenige, das wir von der Oberflächen-Gestaltung des Mondes wissen, scheint darauf hinzudeuten.*) *Hebung* und gestaltende Thätigkeit in krystallinischer Gesteinbildung aus einer geschmolzenen Masse sind auch in einem Weltkörper denkbar, den man für luft- und wasserlos hält.

Auf einen genetischen Zusammenhang der hier bezeichneten Classen vulkanischer Erscheinungen deuten die vielfachen Spuren der *Gleichzeitigkeit* und *begleitender Uebergänge* der einfacheren und schwächeren Wirkungen in stärkere und zusammengesetztere hin. Die Reihung der Materien in der von mir gewählten Darstellung wird durch eine solche Betrachtung gerechtfertigt. Die gesteigerte *magnetische* Thätigkeit unseres Planeten, deren Sitz wohl aber nicht in dem geschmolzenen Inneren zu suchen ist, wenn gleich (nach Lenz und Rieß) Eisen in geschmolzenem Zustande einen electrischen oder galvanischen Strom zu *leiten* vermag; erzeugt *Licht-Entwickelung* in den *Magnet-Polen* der Erde oder wenigstens meist in der Nähe derselben. Wir beschlossen die erste Abtheilung des tellurischen Bandes mit dem *Leuchten der Erde*. Auf dies Phänomen einer lichterzeugenden Schwingung des Aethers durch *magnetische* Kräfte lassen wir nun zuerst diejenige Classe der *vulkanischen* Thätigkeit folgen, welche, ihrem eigentlichen Wesen nach, ganz wie die *magnetische*, nur dynamisch wirkt: Bewegung, Schwingungen in der Feste erregend, nichts Stoffartiges erzeugend oder verändernd. Secundäre, nicht wesentliche Erscheinungen (aufsteigende Flammen während des Erdbebens, Wasser-Ausbrüche und Gas-Entwicklungen †) ihm folgend) erinnern an die Wirkung der *Thermalquellen* und *Salsen*. Flammen-Ausbrüche, viele Meilen weit sichtbar, und Felsblöcke, der Tiefe entrissen und umhergeschleudert ‡), zeigen die *Salsen*; und bereiten gleichsam vor zu den großartigen Erscheinungen der eigentlichen *Vulkane*, die wiederum zwischen weit von einander entfernten Eruptions-Epochen salsenartig nur Wasserdampf und Gasarten auf Spalten aushauchen. So auffallend und lehrreich sind die Analogien, welche in verschiedenen Stadien die Abstufungen des Vulcanismus darbieten.

---

*) 3. Buch S. 404, 551, 576 und 578—579.

†) 1. Buch S. 110.

‡) 1. Buch S. 116. Vergl. *Bertrand-Geslin* sur les roches lancées par le Volcan de boue du Monte Zibio près du bourg de Sassuolo in *Humboldt*, Voyage aux Régions équinoxiales du Nouveau Continent (Relation historique) T. III. p. 566.

a. Erdbeben.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Bd. S. 165—222.)

Seitdem in dem ersten Buche dieses Werkes (1845) die allgemeine Darstellung der Erdbeben-Phänomene erschienen ist, hat sich das Dunkel, in welches der Sitz und die Ursachen derselben gehüllt sind, wenig vermindert: aber durch die vortrefflichen Arbeiten von Mallet (1846) und Hopkins (1847)[*] ist über die Natur der Erschütterung, den Zusammenhang scheinbar verschiedenartiger Wirkungen, und über die Trennung begleitender oder gleichzeitig eintretender physikalischer und chemischer Processe einiges Licht verbreitet worden. Mathematische Gedankenentwicklung kann, nach Poisson's Vorgange, hier, wie überall, wohlthätig wirken. Die Analogien zwischen den Schwingungen fester Körper und den Schallwellen der Luft, auf welche Thomas Young schon aufmerksam[†] gemacht, sind in den theoretischen Betrachtungen über die Dynamik der Erdbeben besonders geeignet zu einfacheren und befriedigenderen Ansichten zu führen.

Räumliche Veränderung, Erschütterung, Hebung und Spalten-Erzeugung bezeichnen den wesentlichen Charakter des Phänomens. Es ist zu unterscheiden die wirkende Kraft, welche als Impuls die Vibration erregt; und die Beschaffenheit, Fortpflanzung, Verstärkung oder Verminderung der Erschütterungswelle. Ich habe in dem Naturgemälde beschrieben, was sich zunächst den Sinnen offenbart: was ich Gelegenheit gehabt so viele Jahre lang selbst zu beobachten auf dem Meere, auf dem Seeboden der Ebenen (Llanos), auf Höhen von acht- bis funfzehn-tausend Fuß: am Kraterrande entzündeter Vulkane, und in Regionen von Granit und Glimmerschiefer, dreihundert geographische Meilen von allen Feuerausbrüchen entfernt: in Gegenden, wo die Einwohner zu gewissen Epochen die Zahl der Erdstöße nicht mehr als wir in Europa die Zahl der Regenschauer zählen; wo Bonpland und ich wegen Unruhe der Maulthiere absteigen mußten, weil in einem Walde der Boden 15 bis 18 Minuten lang ununterbrochen erbebte. Bei einer so langen Gewohnheit, die später Boussingault in einem noch höheren Grade getheilt hat, ist man zu ruhiger und sorgfältiger Beobachtung gestimmt: wohl auch geeignet, mit kritischer Sorgfalt abweichende Zeugnisse an Ort und Stelle zu sammeln: ja zu prüfen, unter welchen Verhältnissen die mächtigen Veränderungen der Erdoberfläche erfolgt sind, deren frische Spuren man erkennt. Wenn gleich schon fünf Jahre seit dem schauervollen Erdbeben von Riobamba, welches am 4. Februar 1797 über 30000 Menschen in wenigen Minuten das Leben kostete[‡], vergangen waren, so sahen wir doch noch die einst fortschreitenden, aus der Erde aufgestiegenen Kegel der Moya[||], und die Anwendung dieser brennbaren Substanz zum Kochen in den Hütten der Indianer. Ergebnisse von Bodenveränderungen konnte ich aus jener Catastrophe beschreiben, die in einem größeren Maaßstabe ganz denen analog gewesen sind, welche das berühmte Erdbeben von Calabrien (Febr. 1783) darbot; und die man lange für ungenau und abenteuerlich dargestellt ausgegeben hat, weil sie nicht nach Theorien zu erklären waren, welche man sich voreilig gebildet.

Indem man, wie wir bereits oben angedeutet haben, die Betrachtungen über das, was

---

*) Robert Mallet in den Transactions of the Royal Irish Academy Vol. XXI. (1848) p. 51—113; desselben First Report on the facts of Earthquake Phaenomena im Report of the meeting of the British Association for the advancement of Science, held in 1850, p. 1—89; derselbe im Manual of Scientific Enquiry for the use of the British Navy 1849 p. 196—223; William Hopkins on the geological theories of Elevation and Earthquakes im Rep. of the British Assoc. for 1847 p. 33—92. Die strenge Kritik, welcher Herr Mallet meine frühere Arbeit in seinen sehr schätzbaren Abhandlungen (Irish Transact. p. 99—101 und Meeting of the Brit. Assoc. held at Edinb. p. 209) unterworfen hat, ist von mir mehrfach benutzt worden.

†) Thomas Young, Lectures on Natural Philosophy 1807 Vol. I. p 717.

‡) Ich folge der statistischen Angabe, die mir der Corregidor von Tacunga 1802 mittheilte. Sie erhob sich zu einem Verluste von 30000 zu 34000 Menschen, aber einige 20 Jahre später wurde die Zahl der unmittelbar getödteten um ⅓ vermindert.

||) Kosmos 1. Buch S. 110.

den Impuls zur Erschütterung giebt, sorgfältig von denen über das Wesen und die Fortpflanzung der Erschütterungswellen trennt; so unterscheidet man dadurch zwei Classen der Probleme von sehr ungleicher Zugänglichkeit. Die erstere kann nach dem jetzigen Zustande unseres Wissens zu keinen allgemein befriedigenden Resultaten führen, wie bei so vielem, in dem wir bis zu den letzten Ursachen aufsteigen wollen. Dennoch ist es von großem cosmischen Interesse, während wir uns bestreben, in dem der wirklichen Beobachtung Unterworfenen das Gesetzliche zu erforschen, die verschiedenen, bisher als wahrscheinlich aufgestellten, genetischen Erklärungsarten fortdauernd im Auge zu behalten. Der größere Theil derselben bezieht sich, wie bei aller Vulcanität, unter mancherlei Modificationen auf die hohe Temperatur und chemische Beschaffenheit des geschmolzenen Inneren der Erde; eine einzige, und zwar die neueste Erklärungsart des Erdbebens in trachytischen Regionen, ist das Ergebniß geognostischer Vermuthungen über den Nicht-Zusammenhang vulkanisch gehobener Felsmassen. Folgende Zusammenstellung bezeichnet näher und in gedrängter Kürze die Verschiedenheit der Ansichten über die Natur des ersten Impulses zur Erschütterung:

Der Kern der Erde wird als in feurig flüssigem Zustande gedacht: als Folge alles planetarischen Bildungsprocesses aus einer gasförmigen Materie, durch Entbindung der Wärme bei dem Uebergange des Flüssigen zum Dichten. Die äußeren Schichten haben sich durch Strahlung zuerst abgekühlt und am frühesten erhärtet. Ein ungleichartiges Aufsteigen elastischer Dämpfe, gebildet (an der Grenze zwischen dem Flüssigen und Festen) entweder allein aus der geschmolzenen Erdmasse oder aus eindringendem Meereswasser; sich plötzlich öffnende Spalten, und das plötzliche Aufsteigen tiefer entstandener, und darum heißerer und gespannterer Dämpfe in höhere Felsschichten, der Erdoberfläche näher: verursachen die Erschütterung. Als Nebenwirkung einer nicht tellurischen Ursach wird auch wohl die Attraction des Mondes und der Sonne*) auf die flüssige, geschmolzene Oberfläche des Erdkerns betrachtet, wodurch ein vermehrter Druck entstehen muß:

*) Zweifel über die Wirkung auf das geschmolzene "subjacent fluid confined into internal *lakes*" hat Hopkins geäußert im Meeting of the British Assoc. in 1847 p. 57; wie über the subterraneous lava tidal wave, moving the solid crust above it, Mallet im Meeting in 1850 p. 20. Auch Poisson, mit dem ich mehrmals über die Hypothese der unterirdischen Ebbe und Fluth durch Mond und Sonne gesprochen, hielt den Impuls, den er nicht läugnete, für unbedeutend, „da im freien Meere die Wirkung ja kaum 14 Zoll betrage". Dagegen sagte Ampère: Ceux qui admettend la liquidité du noyau intérieur de la terre, paraissent ne pas avoir songé assez à l'action qu'exercerait la lune sur cette énorme masse liquide: action d'où résulteraient des marées analogues à celles de nos mers, mais bien autrement terribles, tant par leur étendue que par la densité du liquide. Il est difficile de concevoir, comment l'enveloppe de la terre pourrait résister, étant incessamment battue par une espèce de bélier hydraulique (?) de 1400 lieues de longueur. (Ampère, Théorie de la Terre in der Revue des deux Mondes juillet 1833 p. 148.) Ist das Erdinnere flüssig, wie im allgemeinen nicht zu bezweifeln ist, da trotz des ungeheuren Druckes die Theilchen doch verschiebbar bleiben; so sind in dem Erdinneren dieselben Bedingungen enthalten, welche an der Erdoberfläche die Fluth des Weltmeeres erzeugen: und es wird die fluth-erregende Kraft in größerer Nähe beim Mittelpunkte immer schwächer werden, da der Unterschied der Entfernungen von je zwei entgegengesetzt liegenden Punkten, in ihrer Relation zu den anziehenden Gestirnen betrachtet, in größerer Tiefe unter der Oberfläche immer kleiner wird, die Kraft aber allein von dem Unterschiede der Entfernungen abhängt. Wenn die feste Erdrinde diesem Bestreben einen Widerstand entgegensetzt, so wird das Erdinnere an diesen Stellen nur einen Druck gegen die Erdrinde ausüben: es wird (wie mein astronomischer Freund Dr. Brünnow sich ausdrückt) so wenig Fluth entstehen, als wenn das Weltmeer eine unzersprengbare Eisdecke hätte. Die Dicke der festen, ungeschmolzenen Erdrinde wird berechnet nach dem Schmelzpunkt der Gebirgsarten und dem Gesetze der Wärme-Zunahme von der Oberfläche der Erde in die Tiefe. Ich habe bereits oben (Kosmos I. B. S. 19) die Vermuthung gerechtfertigt, daß etwas über fünf geogr. Meilen (5⁴/₁₀) unter der Oberfläche eine Granit schmelzende Glühhitze herrsche. Fast dieselbe Zahl (45000 Meter = 6 geogr. Meilen, zu 7419^{m}) nannte Elie de Beaumont (Geologie, herausgegeben von Vogt 1846, Bd. I. S. 32) für die Dicke der starren Erdrinde. Auch nach den sinnreichen, für die Fortschritte der Geologie so wichtigen Schmelzversuche verschiedener Mineralien von Bischof fällt die Dicke der ungeschmolzenen Erdschichten zwischen 115000 und 128000 Fuß, im Mittel zu 5½ geogr. Meilen; s. Bischof, Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers S. 286 und 271. Um so auffallender ist es mir zu finden, daß bei der Annahme einer bestimmten Grenze zwischen dem Festen und Geschmolzenen, nicht eines allmäligen Ueberganges, Herr Hopkins, nach Grundsätzen seiner speculativen Geologie, das Resultat aufstellt: the thikness of the solid shell cannot be less than about one fourth or one fifth (?) of the radius of its external surface (Meeting of the Brit. Assoc. held at Oxford in 1847 p. 51). Cordier's früheste Annahme war doch nur 14 geogr. Meilen ohne Correction: welche von dem, mit der großen Tiefe zunehmenden Druck der Schichten und der hypsometrischen Gestalt der Oberfläche abhängig ist. Die Dicke des starren Theils der Erdrinde ist wahrscheinlich sehr ungleich.

entweder unmittelbar gegen ein festes aufliegendes Felsgewölbe, oder mittelbar, wo in unterirdischen Becken die feste Masse durch elastische Dämpfe von der geschmolzenen, flüssigen Masse getrennt ist.

Der Kern unseres Planeten wird als aus unoxydirten Massen, aus den Metalloiden der Alkalien und Erden bestehend gedacht. Durch Zutritt von Wasser und Luft soll die vulkanische Thätigkeit in dem Kerne erregt werden. Die Vulkane ergießen allerdings eine große Menge Wasserdampf in die Atmosphäre; aber die Annahme des Eindringens des Wassers in den vulkanischen Heerd hat viele Schwierigkeit, in Betrachtung des gegenseitigen Druckes*) der äußeren Wassersäule und inneren Lava; und der Mangel oder wenigstens die große Seltenheit von brennendem Wasserstoff-Gas während der Eruption, welchen die Bildungen von Chlor-Wasserstoff-Säure †), Ammoniak und geschwefeltem Wasserstoff wohl nicht hinlänglich ersetzen, hat den berühmten Urheber der Hypothese sie selbst freimüthig ‡) aufzugeben vermocht.

Nach einer dritten Ansicht, der des so vielbegabten südamerikanischen Reisenden Boussingault, wird ein Mangel an Cohärenz in den trachyt- und doleritartigen Massen, welche die erhobenen Vulkane der Andeskette bilden, als eine Hauptursach vieler und sehr weit wirkender Erderschütterungen betrachtet. Die colossalen Kegel und domförmigen Gipfel der Cordilleren sind nach dieser Ansicht keinesweges in einem Zustande der Weichheit und halben Flüssigkeit; sondern vollkommen erhärtet, als ungeheure scharfkantige Fragmente, emporgeschoben und aufgethürmt worden. Bei einem solchen Emporschieben und Aufthürmen sind nothwendig große Zwischenräume und Höhlungen entstanden, so daß durch ruckweise Senkung und durch das Herabstürzen zu schwach unterstützter fester Massen Erschütterungen erfolgen. ||)

Mit mehr Klarheit, als die Betrachtungen über die Natur des ersten Impulses gewähren, den man sich freilich als verschiedenartig denken kann; sind die Wirkungen des Impulses, die Erschütterungswellen, auf einfache mechanische Theorien zurückzuführen. Dieser Theil unseres Naturwissens hat, wie wir schon oben be-

---

*) Gay-Lussac, Réflexions sur les Volcans in den Annales de Chimie et de Physique T. XXII. 1823 p. 418 und 426. — Der Verfasser, welcher mit Leopold von Buch und mir den großen Lava-Ausbruch des Vesuvs im Sept. 1805 beobachtete, hat das Verdienst gehabt die chemischen Hypothesen einer strengen Kritik zu unterwerfen. Er sucht die Ursach der vulkanischen Erscheinungen in einer affinité très energique et non encore satisfaite entre les substances, à laquelle un contact fortuit leur permettait d'obéir, er begünstigt im ganzen die aufgegebene Davy'sche und Ampère'sche Hypothese: en supposant que les radicaux de la silice, de l'alumine, de la chaux et du fer soient unis au chlore dans l'intérieur de la terre; auch das Eindringen des Meerwassers ist ihm nicht unwahrscheinlich unter gewissen Bedingungen: p. 419, 420, 423 und 426. Vergl. über die Schwierigkeit einer Theorie, die sich auf das Eindringen des Wassers gründet, Hopkins im Meeting of 1847 p. 38.

†) In den südamerikanischen Vulkanen fehlt unter den ausgestoßenen Dämpfen, nach den schönen Analysen von Boussingault an 5 Kraterrändern (Tolima, Purace, Pasto, Tuqueras und Cumbal), Chlor-Wasserstoff-Säure gänzlich: nicht aber an den italiänischen Vulkanen; Annales de Chimie T. LII. 1833 p. 7 u. 23.

‡) Kosmos 1. Buch S. 122. Indem Davy auf das bestimmteste die Meinung aufgab, daß die vulkanischen Ausbrüche eine Folge der Berührung der metalloidischen Basen durch Luft und Wasser seien, erklärte er doch, es könne das Dasein von oxydirbaren Metalloiden im Inneren der Erde eine mitwirkende Ursach in den schon begonnenen vulkanischen Processen sein.

||) J'attribue, sagt Boussingault, la plupart des tremblemens de terre dans la Cordillère des Andes à des éboulemens qui ont lieu dans l'intérieur de ces montagnes par le tassement qui s'opère et qui est une conséquence de leur soulèvement. Le massif qui constitue ces cimes gigantesques, n'a pas été soulevé à l'état pâteux: le soulèvement n'a eu lieu qu'après la solidificatihn des roches. J'admets par conséquent que le relief des Andes se compose de fragmens de toutes dimensions, entassés les uns sur les autres. La consolidation des fragmens n'a pu être tellement stable dès le principe qu'il n'y ait des tassemens après le soulèvement, qu'il n'y ait des mouvemens intérieurs dans les masses fragmentaires. Boussingault sur les tremblemens de terre des Andes, in den Annales de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 84—86. In der Beschreibung seiner denkwürdigen Besteigung des Chimborazo (Ascension au Chimborazo le 16. déc. 1831, a. a. O. p. 176) heißt es wieder: Comme le Cotopaxi, l'Antisana, le Tunguragua et en général les volcans qui hérissent les plateaux des Andes, la masse du Chimborazo est formée par l'accumulation de débris trachytiques, amoncelés sans aucun ordre. Ces fragmens, d'un volumi souvent énorme, ont été soulevés à l'état solide par des fluides élastiques qui se sont fait jour sur les points dé moindre résistance; leurs angles sont toujours tranchans. Die hier bezeichnete Ursach der Erdbeben ist die, welche Hopkins in seiner „analytischen Theorie der vulkanischen Erscheinungen" a shock produced by the falling of the roof of a subterranean cavity nennt (Meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 82).

merkt, in der neuesten Zeit wesentlich gewonnen. Man hat die Erdwellen in ihren Fortschritten, ihrer Verbreitung durch Gebirgsarten von verschiedener Dichtigkeit und Elasticität*) geschildert; die Ursachen der Fortpflanzungs-Geschwindigkeit, ihre Abnahme durch Brechung, Reflex und Interferenz†) der Schwingungen mathematisch erforscht. Die scheinbar kreisenden (rotatorischen) Erschütterungen, von denen die Obelisken vor dem Kloster San Bruno in der kleinen Stadt Stephano del Bosco (Calabrien 1783) ein so viel besprochenes Beispiel dargeboten hatten, hat man versucht, auf geradlinige zu reduciren.‡) Luft-, Wasser- und Erdwellen folgen allerdings räumlich denselben Gesetzen, welche die Bewegungslehre anerkennt; aber die Erdwellen sind in ihrer verheerenden Wirkung von Phänomenen begleitet, die ihrer Natur nach dunkler bleiben und in die Classe physischer Processe gehören. Als solche sind aufzuzählen: Ausströmungen von gespannten Dämpfen; von Gas-Arten; oder, wie in den kleinen bewegten Moya-Kegeln von Pelileo, grusartiger Gemenge von Pyroxen-Krystallen, Kohle und Infusionsthierchen mit Kieselpanzern. Diese wandernden Kegel haben eine große Zahl von Hütten der Indianer umgestürzt.||)

In dem allgemeinen Naturgemälde sind viele über die große Catastrophe von Riobamba (4. Febr. 1797) aus dem Munde der Ueberlebenden an Ort und Stelle mit dem ernsten Bestreben nach historischer Wahrheit gesammelte Thatsachen erzählt. Einige sind den Ereignissen bei dem großen Erdbeben von Calabrien aus dem Jahre 1783 analog, andere sind neu und durch die minenartige Kraftäußerung von unten nach oben besonders charakterisirt. Das Erdbeben selbst war von keinem unterirdischen Getöse begleitet, durch keines verkündigt. Ein ungeheures Getöse, noch jetzt durch den einfachen Namen el gran ruido bezeichnet, wurde erst 18 bis 20 Minuten später, und bloß unter den beiden Städten Quito und Ibarra, fern von Tacunga, Hambato und dem Hauptschauplatz der Verheerung, vernommen. Es giebt kein anderes Ereigniß in den trüben Verhängnissen des Menschengeschlechts, durch welches in wenigen Minuten, und dazu in sparsam bevölkerten Gebirgsländern, so viele Tausende auf einmal den Tod finden, als durch die Erzeugung und den Vorübergang weniger Erdwellen, von Spaltungs-Phänomen begleitet!

Bei dem Erdbeben von Riobamba, über welches der berühmte valencianische Botaniker, Don José Cavanilles, die frühesten Nachrichten mitgetheilt hat, verdienen noch folgende Erscheinungen eine besondere Aufmerksamkeit: Klüfte, die sich abwechselnd öffneten und wiederum schlossen: so daß Menschen sich dadurch retteten, daß sie beide Arme ausstreckten, um nicht zu versinken; das Verschwinden ganzer Züge von Reitern oder beladener Maulthiere

---

*) Mallet, Dynamics of Earthquakes p. 74, 80 und 82; Hopkins (Meeting at Oxford) p. 74—82. Alles, was wir von den Erschütterungswellen und Schwingungen in festen Körpern wissen, zeigt das Unhaltbare älterer Theorien über die durch eine Reihung von Höhlen erleichterte Fortpflanzung der Bewegung. Höhlen können nur auf secundäre Weise bei dem Erdbeben wirken, als Räume für Anhäufung von Dämpfen und verdichteten Gasarten. La terre, vieille de tant de siècles, sagt Gay-Lussac sehr schön (Ann. de Chimie et de Phys. T. XXII. 1823 p. 428), conserve encore une force intestine, qui élève des montagnes (dans la croûte oxydée), renverse des cités et agite la masse entière. La plupart des montagnes, en sortant du sein de la terre, ont dû y laisser de vastes cavités, qui sont restées vides, a moins qu'elles n'aient été remplies par l'eau (et des fluides gazeux). C'est bien à tort que Deluc et beaucoup de Géologues se servent de ces vides, qu'ils s'imaginent se prolonger en longues galeries, pour propager au loin les tremblements de terre. Ces phénomènes si grands et si terribles sont de très fortes ondes sonores, excitées dans la masse solide de la terre par une commotion quelconque, qui s'y propage avec la même vitesse que le son s'y propagerait. Le mouvement d'une voiture sur le pavé ébranle les plus vastes édifices, et se communique à travers des masses considérables, comme dans les carrières profondes au-dessous de Paris.

†) Ueber Interferenz-Phänomene in den Erdwellen, denen der Schallwellen analog, s. Kosmos 1. Buch S. 105 und Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 379.

‡) Mallet on verticose shocks and cases of twistings, im Meet. of the Brit. Assoc. in 1850 p. 33 und 49, im Admiralty Manual 1849 p. 213. (Vergl. Kosmos 1. Buch S. 106.

||) Die Moya-Kegel sind 19 Jahre nach mir noch von Boussingault gesehen worden. "Des éruptions boueuses, suites du tremblement de terre, comme les éruptions de la *Moya* de Pelileo, qui ont enseveli des villages entiers." (Ann. de Chim. et de Phys. T. LVIII. p. 81.)

(recuas), deren einige durch, sich plötzlich aufthuende Querklüfte verschwanden, während andere, zurückfliehend, der Gefahr entgingen; so heftige Schwankungen (ungleichzeitige Erhebung und Senkung) naher Theile des Bodens, daß Personen, welche auf einem mehr als 12 Fuß hohen Chor in einer Kirche standen, ohne Sturz auf das Straßenpflaster gelangten; die Versenkung von massiven Häusern,*) in denen die Bewohner innere Thüren öffnen konnten: und zwei Tage lang, ehe sie durch Ausgrabung entkamen, unversehrt von einem Zimmer in das andere gingen, sich Licht anzündeten, von zufällig entdeckten Vorräthen sich nährten, und über den Grad der Wahrscheinlichkeit ihrer Rettung mit einander haderten; das Verschwinden so großer Massen von Steinen und Baumaterial. Alt-Riobamba hatte Kirchen und Klöster, zwischen Häusern von mehreren Stockwerken; und doch habe ich, als ich den Plan der zerstörten Stadt aufnahm, in den Ruinen nur Steinhaufen von 8 bis 10 Fuß Höhe gefunden. In dem südwestlichen Theil von Alt-Riobamba (in dem vormaligen Barrio de Sigchuguaicu) war deutlich eine minenartige Explosion, die Wirkung einer Kraft von unten nach oben zu erkennen. Auf dem, einige hundert Fuß hohen Hügel Cerro de la Culca, welcher sich über dem, ihm nördlich liegenden Cerro de Cumbicarca erhebt, liegt Steinschutt, mit Menschengerippen vermengt. Translatorische Bewegungen in horizontaler Richtung, durch welche Baumalleen, ohne entwurzelt zu werden, sich verschieben; oder Culturstücke sehr verschiedener Art sich gegenseitig verdrängen: haben sich in Quito wie in Calabrien mehrfach gezeigt. Eine noch auffallendere und complicirtere Erscheinung ist das Auffinden von Geräthschaften eines Hauses in den Ruinen anderer, weit entfernter: ein Auffinden, das zu Processen Anlaß gegeben hat. Ist es, wie die Landeinwohner glauben, ein Versinken, dem ein Auswurf folgt? oder, trotz der Entfernung, ein bloßes Ueberschütten? Da in der Natur unter wieder eintretenden ähnlichen Bedingungen sich alles wiederholt, so muß man durch Nicht-Verschweigen auch des noch unvollständig Beobachteten die Aufmerksamkeit künftiger Beobachter auf specielle Phänomene leiten.

Es ist nach meinen Erfahrungen nicht zu vergessen, daß bei den meisten Spalten-Erzeugungen, neben der Erschütterung fester Theile als Erdwelle, auch ganz andere und zwar physische Kräfte, Gas- und Dampf-Emanationen, mitwirken. Wenn in der Wellenbewegung die äußerste Grenze der Elasticität der bewegten Materie (nach Verschiedenheit der Gebirgsarten oder der losen Erdschichten) überschritten wird und Trennung entsteht; so können durch die Spalten gespannte elastische Flüssigkeiten ausbrechen, welche verschiedenartige Stoffe aus dem Inneren auf die Oberfläche führen und deren Ausbruch wiederum Ursach von translatorischen Bewegungen wird. Zu diesen, die primitive Erschütterung (das Erdbeben) nur begleitenden Erscheinungen gehört das Emporheben der unbestritten wandernden Moya-Kegel; wahrscheinlich auch der Transport von Gegenständen auf der Oberfläche der Erde. †) Wenn in der Bildung mächtiger Spalten sich dieselben nur in den oberen Theilen schließen, so kann die Entstehung bleibender unterirdischer Höhlungen nicht bloß Ursach zu neuen Erdbeben werden: indem nach Boussingault's Vermuthung sich mit der Zeit schlecht unterstützte Massen ablösen und, Erschütterung erregend, senken; sondern man kann sich auch die Möglichkeit denken, daß die Erschütterungskreise dadurch erweitert werden, daß auf den bei

*) Ueber Versetzung von Gebäuden und Pflanzungen bei dem Erdbeben von Calabrien s. Lyell, Principles of Geology Vol. I. p. 484—491. Ueber Rettung in Spalten bei dem großen Erdbeben von Riobamba s. meine Relat. hist. T. II. p. 612. Als ein merkwürdiges Beispiel von der Schließung einer Spalte ist anzuführen, daß bei dem berühmten Erdbeben (Sommer 1851) in der neapolitanischen Provinz Basilicata in Barile bei Melfi eine Henne mit beiden Füßen im Straßenpflaster eingeklemmt gefunden wurde, nach dem Berichte von Scacchi.

†) Kosmos I. Buch S. 51. Daß die durch Erdbeben entstehenden Spalten sehr lehrreich für die Gangbildung und das Phänomen des Verwerfens sind, indem der neuere Gang den älteren Formation verschiebt, hat Hopkins sehr richtig theoretisch entwickelt. Lange aber vor dem verdienstvollen Phillips hat Werner die Altersverhältnisse des verwerfenden durchsetzenden Ganges zu dem verworfenen, durchsetzten, in seiner Theorie der Gänge (1791) gezeigt. Vergl. Report of the meeting of the Brit. Assoc. at Oxford 1847 p. 62.

den früheren Erdbeben geöffneten Spalten in dem neuen Erdbeben elastische Flüssigkeiten da wirken, wohin sie vorher nicht gelangen konnten. Es ist also ein begleitendes Phänomen, nicht die Stärke der Erschütterungswelle, welche die festen Theile der Erde einmal durchlaufen ist, was die allmälige, sehr wichtige und zu wenig beachtete, Erweiterung des Erschütterungskreises veranlaßt. *)

Vulkanische Thätigkeiten, zu deren niederen Stufen das Erdbeben gehört, umfassen fast immer gleichzeitig Phänomene der Bewegung und physischer stoffartiger Production. Wir haben schon mehrfach im Naturgemälde erinnert, wie aus Spalten, fern von allen Vulkanen, emporsteigen: Wasser und heiße Dämpfe, kohlensaures Gas und andere Moffetten, schwarzer Rauch (wie, viele Tage lang, im Felsen von Alvidras beim Erdbeben von Lissabon vom 1. November 1755), Feuerflammen, Sand, Schlamm, und mit Kohle gemengte Moya. Der scharfsinnige Geognost Abich hat den Zusammenhang nachgewiesen, der im persischen Ghilan zwischen den Thermalquellen von Sarcin (5051 Fuß), auf dem Wege von Ardebil nach Tabriz, und den Erdbeben statt findet, welche das Hochland oft von zwei zu zwei Jahren heimsuchen. Im October 1848 nöthigte eine undulatorische Bewegung des Bodens, welche eine ganze Stunde dauerte, die Einwohner von Ardebil die Stadt zu verlassen; und sogleich stieg die Temperatur der Quellen, die zwischen 44° und 46° Cent. fällt, einen ganzen Monat lang bis zum schmerzlichsten Verbrühen. †) Nirgends vielleicht auf der Erde ist, nach Abich's Ausspruch, der „innige Zusammenhang spaltenerregender Erdbeben mit den Phänomenen der Schlamm-Vulkane, der Salsen, der den durchlöcherten Boden durchdringenden brennbaren Gase, der Petroleum-Quellen bestimmter angedeutet und klarer zu erkennen, als in dem südöstlichen Ende des Caucasus zwischen Schemacha, Baku und Sallian. Es ist der Theil der großen aralo-caspischen Depression, in welchem der Boden am häufigsten erschüttert wird." ‡) Mir selbst ist es im nördlichen Asien auffallend gewesen, daß der Erschütterungskreis, dessen Mittelpunkt die Gegend des Baikal-Sees zu sein scheint, sich westlich nur bis zur östlichsten Grenze des russischen Altai: bis zu den Silbergruben von Ridderik, dem trachytartigen Gestein der Kruglaja Sopka, und den heißen Quellen von Rachmanowka und Arachan; nicht aber bis zur Uralkette erstreckt. Weiter nach Süden hin, jenseits des Parallelkreises von 45°, erscheint in der Kette des Thian-schan (Himmelsgebirges) eine von Osten nach Westen gerichtete Zone von vulkanischer Thätigkeit jeglicher Art der Manifestation. Sie erstreckt sich nicht bloß vom Feuer-District (Ho-tscheu) in Turfan durch die kleine Asferah-Kette bis Baku, und von da über den Ararat bis nach Kleinasien; sondern, zwischen den Breiten von 38° und 40° oscillirend, glaubt man sie durch das vulkanische Becken des Mittelmeeres bis nach Lissabon und den Azoren verfolgen zu können. Ich habe an einem anderen Orte ||) diesen wichtigen Gegenstand der vulkanischen Geographie ausführlich behandelt.

---

*) Vergl. über gleichzeitige Erschütterung des Tertiär-Kalkes von Cumana und Maniquarez, seit dem großen Erdbeben von Cumana am 14. December 1796, Humboldt, Rel. hist. T. I. p. 314, Kosmos 1. B. S. 110, und Mallet, Meeting of the Brit. Assoc. in 1850 p. 28.

†) Abich über Daghestan, Schagdagh und Ghilan in Poggendorff's Annalen Bd. 76. 1849 S. 157. Auch in einem Bohrloche bei Sassendorf in Westphalen (Regierungs-Bezirk Arnsberg) nahm, in Folge des sich weit erstreckenden Erdbebens vom 29. Juli 1846, dessen Erschütterungs-Centrum man nach St. Goar am Rhein verlegt, die Salzsole, sehr genau geprüft, um 1½ Procent an Gehalt zu: wahrscheinlich, weil sich andere Zuleitungsklüfte geöffnet hatten (Nöggerath, das Erdbeben im Rheingebiete vom 29. Juli 1846 S. 14). Bei dem schweizer Erdbeben vom 25. August 1851 stieg nach Charpentier's Bemerkung die Temperatur der Schwefelquelle von Lavey (oberhalb St. Maurice am Rhone-Ufer) von 31° auf 36°,3.

‡) Zu Schemacha (Höhe 2245 Fuß), einer der vielen meteorologischen Stationen, die unter Abich's Leitung der Fürst Woronzow im Caucasus hat gründen lassen, wurden 1848 allein 18 Erdbeben von dem Beobachter in dem Journale verzeichnet.

||) S. Asie centrale T. I. p. 324—329 und T. II. p. 108—120; und besonders meine Carte des Montagnes et Volcans de l'Asie, verglichen mit den geognostischen Karten des Caucasus und Hochlandes von Armenien von Abich, wie mit der Karte von Kleinasien (Argäus) von Peter Tschichatschef, 1853 (Rose, Reise nach dem Ural, Altai und kasp. Meere Bd. II. S. 576 und 597). "Du Tourfan, situé sur la pente méridionale du Thianchan, jusqu'à l'Archipel des Azores (heißt es in der Asie centrale) il y a 120° de longitude. C'est vraisemblablement la *bande de réactions volcaniques* la plus longue et la plus régulière, oscillant faiblement entre 38° et 40° de latitude, qui existe sur la terre; elle surpasse de beaucoup en étendue la bande volcanique de la Cordillère

Eben so scheint in Griechenland, das mehr als irgend ein anderer Theil von Europa durch Erdbeben gelitten hat (Curtius, Peloponnesos Bd. I. S. 42—46), eine Unzahl von Thermalquellen, noch fließende oder schon verschwundene, unter Erdstößen ausgebrochen zu sein. Ein solcher thermischer Zusammenhang ist in dem merkwürdigen Buche des **Johannes Lydus** über die **Erdbeben** (de Ostentis cap. LIV. p. 189 Hase) schon angedeutet. Die große Naturbegebenheit des Unterganges von Helice und Bura in Achaja (373 vor Chr.; Kosmos B. III. S. 598) gab besonders Veranlassung zu Hypothesen über den Causalzusammenhang vulkanischer Thätigkeit. Es entstand bei Aristoteles die sonderbare Theorie von der Gewalt der in den Schluchten der Erdtiefe sich einfangenden Winde (Meteor II. p. 368). Die unglückliche Frequenz der Erderschütterungen in Hellas und in Unter-Italien hat durch den Antheil, den sie an der früheren Zerstörung der Monumente aus der Blüthezeit der Künste gehabt, den verderblichsten Einfluß auf alle Studien ausgeübt, welche auf die Entwickelung griechischer und römischer Cultur nach verschiedenen Zeitepochen gerichtet sind. Auch ägyptische Monumente, z. B. der eine Memnons-Coloß (27 Jahre vor unserer Zeitrechnung), haben von Erdstößen gelitten, die, wie Letronne erwiesen, im Nilthal gar nicht so selten gewesen sind, als man geglaubt, (les Statues vocales de Memnon 1833 p. 23—27 und 255).

Nach den hier angeführten physischen Veränderungen, welche die Erdbeben durch Erzeugung von Spalten veranlassen, ist es um so auffallender, wie so viele warme Heilquellen Jahrhunderte lang ihren Stoffgehalt und ihre Temperatur unverändert erhalten; und also aus Spalten hervorquellen müssen, die weder der Tiefe nach, noch gegen die Seiten hin Veränderungen erlitten zu haben scheinen. Eingetretene Communicationen mit höheren Erdschichten würden Verminderung, mit tieferen Vermehrung der Wärme hervorgebracht haben.

Als der Vulkan von Conseguina (im Staat Nicaragua) am 23. Januar 1835 seinen großen Ausbruch machte, wurde das unterirdische Getöse*) (los ruidos subterraneos) zugleich gehört auf der Insel Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota, 8200 Fuß über dem Meere, entfernter als von Algier nach London. Auch habe ich schon an einem anderen Orte bemerkt, daß bei den Ausbrüchen des Vulkans auf der Insel St. Vincent, am 30. April 1812, um 2 Uhr Morgens, das dem Kanonendonner gleiche Getöse ohne alle fühlbare Erderschütterung auf einem Raume von 10000 geogr. Quadratmeilen gehört wurde.†) Sehr merkwürdig ist es, daß, wenn Erdbeben mit Getöse verbunden sind, was keinesweges immer der Fall ist, die Stärke des letzteren gar nicht mit der des ersteren

---

des Andes dans l'Amérique méridionale. J'insiste d'autant plus sur ce singulier *alignement* d'arêtes, de soulèvements, de crevasses et de propagations de commotions, qui comprend un tiers de la circonférence d'un *parallèle à l'équateur*, que de petits accidents de la surface, l'inégale hauteur et la largeur des rides ou soulèvements linéaires, comme l'interruption causée par les bassins des mers (concavité Aralo-Caspienne, Méditerranée et Atlantique) tendent à masquer les grands traits de la constitution géologique du globe. (Cet aperçu hazardé d'une ligne de commotion régulièrement prolongée n'exclut aucunement d'autres lignes selon lesquelles les mouvements peuvent se propager également.)" Da die Stadt Khotan und die Gegend südlich vom Thian-schan die berühmtesten und ältesten Sitze des Buddhismus gewesen sind, so hat sich die buddhistische Literatur auch schon früh und ernst mit den Ursachen der Erdbeben beschäftigt. (s. Foe-koue ki ou Relation des Royaumes Bouddiques, trad. par Mr. Abel Rémusat, p. 217). Es werden von den Anhängern des Sâkyamuni 8 dieser Ursachen angegeben: unter welchen ein gedrehtes stählernes, mit Reliquien (sarîra; im Sanskrit Leib bedeutend) behangenes Rad eine Hauptrolle spielt; — die mechanische Erklärung einer dynamischen Erscheinung, kaum alberner als manche unserer spät veralteten geologischen und magnetischen Mythen! Geistliche, besonders Bettelmönche (Bhikchous), haben nach einem Zusatze von Klaproth auch die Macht die Erde erzittern zu machen und das unterirdische Rad in Bewegung zu setzen. Die Reisen des Fabian, des Verfassers des Foe-koue-ki, sind aus dem Anfang des fünften Jahrhunderts.

*) **Acosta**, Viajes cientificos à los Andes ecuatoriales 1849 p. 56.

†) **Kosmos** I. Buch S. 107—108; **Humboldt**, Rel. hist. T. IV. chap. 14 p. 31—38. Scharfsinnige theoretische Betrachtungen von **Mallet** über Schallwellen durch die Erde und Schallwellen durch die Luft finden sich im Meeting of the British Assoc in 1850 p. 41—46 und im Admiralty Manual 1849 p. 201 und 217. Die Thiere, welche in der Tropengegend nach meiner Erfahrung früher als der Mensch von den leisesten Erderschütterungen beunruhigt werden, sind: Hühner, Schweine, Hunde, Esel und Crocodile (Caymanes), welche letztere plötzlich den Boden der Flüsse verlassen.

wächst. Das seltenste und räthselhafteste Phänomen unterirdischer Schallbildung bleibt immer das der bramidos de Guanaxuato vom 9. Januar bis zur Mitte des Februars 1784, über das ich die ersten sicheren Nachrichten aus dem Munde noch lebender Zeugen und aus archivarischen Urkunden habe sammeln können. (Kosmos B. I. S. 108.)

Die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit des Erdbebens auf der Oberfläche der Erde muß ihrer Natur nach durch die so verschiedenen Dichtigkeiten der festen Gebirgsschichten (Granit und Gneiß, Basalt und Trachyt-Porphyr, Jurakalk und Gyps) wie des Schuttlandes, welche die Erschütterungswelle durchläuft, mannigfach modificirt werden. Es wäre aber doch wünschenswerth, daß man endlich einmal mit Sicherheit die äußersten Grenzen kennen lernte, zwischen denen die Geschwindigkeiten schwanken. Es ist wahrscheinlich, daß den heftigeren Erschütterungen keinesweges immer die größte Geschwindigkeit zukommt. Die Messungen beziehen sich ohnedies nicht immer auf dieselben Wege, welche die Erschütterungswellen genommen haben. An genauen mathematischen Bestimmungen fehlt es sehr; und nur ganz neuerlich ist über das rheinische Erdbeben vom 29. Juli 1846 mit großer Genauigkeit und Umsicht ein Resultat von Julius Schmidt, Gehülfen an der Sternwarte zu Bonn, erlangt worden. Die Fortpflanzungs-Geschwindigkeit war in dem eben genannten Erdbeben 3,739 geogr. Meilen in der Minute, d. i. 1376 Pariser Fuß in der Secunde. Diese Schnelligkeit übertrifft allerdings die der Schallwelle in der Luft; wenn dagegen die Fortpflanzung des Schalles im Wasser nach Colladon und Sturm 4706 Fuß, in gegossenen eisernen Röhren nach Biot 10690 Fuß beträgt, so erscheint das für das Erdbeben gefundene Resultat sehr schwach. Für das Erdbeben von Lissabon am 1. Nov. 1755 fand Schmidt (nach weniger genauen Angaben) zwischen den portugiesischen und holsteinischen Küsten eine mehr denn fünfmal größere Geschwindigkeit als am Rhein den 29. Juli 1846. Es ergaben sich nämlich für Lissabon und Glückstadt (Entfernung 295 geogr. Meilen) 19,6 Meilen in der Minute oder 7464 Pariser Fuß in 1″: immer noch 3226 Fuß weniger Geschwindigkeit als im Gußeisen.*)

Erderschütterungen und plötzliche Feuerausbrüche lang ruhender Vulkane: sei es, daß diese bloß Schlacken oder, intermittirenden Wasserquellen gleich, flüssige geschmolzene Erde in Lavaströmen ergießen; haben allerdings einen gemeinschaftlichen alleinigen Causalzusammenhang in der hohen Temperatur des Inneren unseres Planeten: aber eine dieser Erscheinungen zeigt sich meist ganz unabhängig von der anderen. Heftige Erdbeben erschüttern z. B. in der Andeskette in ihrer Linear-Verbreitung Gegenden, in denen sich nicht erloschene, ja noch oftmals thätige Vulkane erheben, ohne daß diese letzteren dadurch auf irgend eine bemerkbare Weise angeregt werden. Bei der großen Catastrophe von Riobamba haben sich der nahe Vulkan Tungurahua und der etwas fernere Vulkan Cotopaxi ganz ruhig verhalten. Umgekehrt haben Vulkane mächtige, langdauernde Ausbrüche dargeboten, ohne daß weder vorher noch gleichzeitig in der Umgegend Erdbeben gefühlt wurden. Es sind gerade die verheerendsten Erderschütterungen, von denen die Geschichte

*) Julius Schmidt in Nöggerath über das Erdbeben vom 29. Juli 1846 S. 28—37. Mit der Geschwindigkeit des Lissaboner Erdbebens, wie sie im Text angegeben ist, würde der Aequatorial-Umfang der Erde in ohngefähr 45 Stunden umgangen werden. Michell (Phil. Transact. Vol. LI. Part. II. p. 572) fand für dasselbe Erdbeben vom 1. November 1755 nur 50 englische miles in der Minute: d. i. statt 7464, nur 4170 Pariser Fuß in der Secunde. Ungenauigkeit der älteren Beobachtungen und Verschiedenheit der Fortpflanzungswege mögen hier zugleich wirken. — Ueber den Zusammenhang des Neptun mit dem Erdbeben, auf welchen ich im Texte (S. 730) angespielt habe, wirft eine Stelle des Proclus im Commentar zu Plato's Cratylus ein merkwürdiges Licht. „Der mittlere unter den drei Göttern, Poseidon, ist für alles, selbst für das Unbewegliche, Ursache der Bewegung. Als Urheber der Bewegung heißt er 'Εννοσίγαιος; und ihm ist unter denen, welche um das Kronische Reich gelooft, das mittlere Loos, und zwar das leicht bewegliche Meer, zugefallen. (Creuzer, Symbolik und Mythologie Th. III. 1842 S. 260.) Da die Atlantis des Solon und das ihr nach meiner Vermuthung verwandte Lyctonien geologische Mythen sind, so werden beide durch Erdbeben zertrümmerte Länder als unter der Herrschaft des Neptun stehend betrachtet und den Saturnischen Continenten entgegengesetzt. Neptun war nach Herodot (lib. II. c. 43 et 50) eine libysche Gottheit, und in Aegypten unbekannt. Ueber diese Verhältnisse, das Verschwinden des libyschen Triton-Sees durch Erdbeben und die Meinung von der großen Seltenheit der Erderschütterungen im Nilthal, vergl. mein Examen crit. de la Géographie T. I. p. 171 und 179.

Kund giebt und die viele tausend Quadratmeilen durchlaufen haben, welche, nach dem an der Oberfläche Bemerkbaren zu urtheilen, in keinem Zusammenhange mit der Thätigkeit von Vulkanen stehen. Diese hat man neuerdings *plutonische* Erdbeben im Gegensatz der eigentlichen *vulkanischen* genannt, die meist auf kleinere Lokalitäten eingeschränkt sind. In Hinsicht auf allgemeinere Ansichten über *Vulcanicität* ist diese Nomenclatur nicht zu billigen. Die bei weitem größere Zahl der Erdbeben auf unserem Planeten müßten *plutonische* heißen.

Was Erdstöße erregen kann, ist überall unter unseren Füßen; und die Betrachtung, daß fast ¾ der Erdoberfläche, von dem Meere bedeckt (einige sporadische Inseln abgerechnet), ohne alle bleibende Communication des Inneren mit der Atmosphäre, d. h. ohne thätige *Vulkane*, sind: widerspricht dem irrigen, aber verbreiteten Glauben, daß alle Erdbeben der Eruption eines fernen Vulkans zuzuschreiben seien. Erschütterungen der Continente pflanzen sich allerdings auf dem Meeresboden von den Küsten aus fort; und erregen die furchtbaren Meereswellen, von welchen die Erdbeben von Lissabon, Callao de Lima und Chili so denkwürdige Beispiele gegegeben haben. Wenn dagegen die Erdbeben von dem Meeresboden selbst ausgehen, aus dem Reiche des Erderschütterers Poseidon (σεισίχθων, κινησίχθων): und nicht von einer insel-erzeugenden Hebung (wie bei der ephemeren Existenz der Insel Sabrina oder Julia) begleitet sind; so kann an Punkten, wo der Seefahrer keine Stöße fühlen würde, doch ein ungewöhnliches Rollen und Anschwellen der Wogen bemerkt werden. Auf ein solches Phänomen haben mich die Bewohner des öden peruanischen Küstenlandes oftmals aufmerksam gemacht. Ich sah selbst in dem Hafen von Callao und bei der gegenüberliegenden Insel San Lorenzo in ganz windstillen Nächten, in diesem sonst so überaus friedlichen Theile der Südsee, sich plötzlich auf wenige Stunden Welle auf Welle zu mehr als 10 bis 14 Fuß Höhe thürmen. Daß ein solches Phänomen Folge eines Sturmes gewesen sei, welcher in großer Ferne auf offenem Meere gewüthet hätte, war in diesen Breiten keineswegs anzunehmen.

Um von denjenigen Erschütterungen zu beginnen, welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, und offenbar der Thätigkeit eines Vulkans ihren Ursprung verdanken; so erinnere ich hier zuerst daran, wie, nächtlich im Krater des Vesuvs am Fuß eines kleinen Auswurfs-Kegels sitzend, den Chronometer in der Hand (es war nach dem großen Erdbeben von Neapel am 26. Juli 1805 und nach dem Lava-Ausbruch, der 17 Tage darauf erfolgte), ich sehr regelmäßig alle 20 oder 25 Secunden unmittelbar *vor* jedem Auswurf glühender Schlacken eine Erschütterung des Kraterbodens fühlte. Die Schlacken, 50—60 Fuß emporgeschleudert, fielen theils in die Eruptions-Oeffnung zurück, theils bedeckten sie die Seitenwände des Kegels. Die Regelmäßigkeit eines solchen Phänomens macht die Beobachtung gefahrlos. Das sich wiederholende kleine Erdbeben war keineswegs bemerkbar außerhalb des Kraters: nicht im Atrio del Cavallo, nicht in der Einsiedelei del Salvatore. Die Periodicität der Erschütterung bezeugt, daß sie abhängig war von einem bestimmten *Spannungsgrade*, welchen die Dämpfe erreichen müssen, um in dem Inneren des Schlackenkegels die geschmolzene Masse zu durchbrechen. Eben so als man in dem eben beschriebenen Falle keine Erschütterungen am Abfall des Aschenkegels des Vesus fühlte; wurde auch bei einem ganz analogen, aber viel großartigeren Phänomen: am Aschenkegel des Vulkans Sangai, der südöstlich von der Stadt Quito sich bis zu 16068 Fuß erhebt, von einem sehr ausgezeichneten Beobachter, Herrn Wisse, als er sich (im December 1849 dem Gipfel und Krater bis auf tausend Fuß näherte, kein Erzittern des Bodens *) bemerkt, dennoch waren in der Stunde bis 267 Explosionen (Schlacken-Auswürfe) gezählt worden.

*) Die Explosionen des Sangai oder Volcan de Macas erfolgten im Mittel alle 13″,4; s. *Wisse* in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXVI. 1853 p. 720. Als Beispiel von Erschütterungen, welche auf den kleinsten Raum eingeschränkt sind, hätte ich auch noch den Bericht des Grafen Laderel über die *Lagoni* in Toscana anführen können. Die Bor oder Borsäure enthaltenden Dämpfe verkündigen ih Dasein und ihren nahen Ausbruch auf Spalten dadurch, daß sie das Gestein umher erschüttern. (*Larderel* sur les établis-

Eine **zweite**, unendlich wichtigere Gattung von Erdbeben ist die sehr häufige, welche große Ausbrüche von Vulkanen zu begleiten oder ihnen voranzugehen pflegt: sei es, daß die Vulkane, wie unsere europäischen, Lavaströme ergießen; oder, wie Cotopaxi, Pichincha und Tunguragua der Andeskette, nur verschlackte Massen, Asche und Dämpfe ausstoßen. Für diese Gattung sind vorzugsweise die Vulkane als **Sicherheits-Ventile** zu betrachten, schon nach dem Ausspruche Strabo's über die lava-ergießende Spalte bei Lelante auf Euböa. Die Erdbeben hören auf, wenn der große Ausbruch erfolgt ist.

Am weitesten *) verbreitet sind aber die Verheerungen von Erschütterungswellen, welche theils ganz untrachytische, unvulkanische Länder; theils trachytische, vulkanische, wie die Cordilleren von Südamerika und Mexico: durchziehen, ohne irgend einen Einfluß auf die nahen Vulkane auszuüben. Das ist eine **dritte** Gruppe von Erscheinungen; und die, welche am überzeugendsten an die Existenz einer **allgemeinen** Ursach, welche in der thermischen Beschaffenheit des Inneren unseres Planeten liegt, erinnert. Zu dieser dritten Gruppe gehört auch der, doch seltene Fall, daß in unvulkanischen und durch Erdbeben wenig erschreckten Ländern, auf dem eingeschränktesten Raume, der Boden Monate lang ununterbrochen zittert, so daß man eine **Hebung**, die Bildung eines thätigen Vulkans zu besorgen anfängt. So war dies in den piemontesischen Thälern von Pelis und Clusson, wie bei Pignerol im April und Mai 1808; so im Frühjahr 1829 in Murcia, zwischen Orihuela und der Meeresküste, auf einem Raum von kaum einer Quadratmeile. Als im Inneren von Mexico, am westlichen Abfall des Hochlandes von Mechoacan, die cultivirte Fläche von Jorullo 90 Tage lang ununterbrochen erbebte, stieg der Vulkan mit vielen Tausenden, ihn umgebender, 5—7 Fuß hoher Kegel (los hornitos) empor, und ergoß einen kurzen, aber mächtigen Lavastrom. In Piemont und in Spanien dagegen hörten die Erderschütterungen allmälig auf, ohne daß irgend eine Naturbegebenheit erfolgte.

Ich hielt es für nützlich, die ganz verschiedenen Arten der Manifestation derselben vulkanischen Thätigkeit (der Reaction des Inneren der Erde gegen die Oberfläche) aufzuzählen, um den Beobachter zu leiten, und ein Material zu schaffen, das zu fruchtbaren Resultaten über den Causalzusammenhang der Erscheinungen führen kann. Bisweilen umfaßt die vulkanische Thätigkeit auf einmal oder in nahen Perioden einen so großen Theil des Erdkörpers, daß die erregten Erschütterungen des Bodens dann mehreren, mit einander verwandten Ursachen gleichzeitig zugeschrieben werden können. Die Jahre 1796 und 1811 bieten besonders denkwürdige Beispiele †) von solcher Gruppirung der Erscheinungen dar.

---

sements industriels de la production d'acide boracique en Toscane 1852 p. 15.)

*) Ich freue mich, zur Bestätigung dessen, was ich im Texte zu entwickeln versucht habe, eine wichtige Autorität anführen zu können. "Dans les Andes, l'oscillation du sol, due à une éruption de Volcans, est pour ainsi dire locale, tandis qu'un tremblement de terre, qui en apparence du moins n'est lié à aucune éruption volcanique, se propage à des distances incroyables. Dans ce cas on a remarqué que les secousses suivaient de préférence la direction des chaînes de montagnes, et se sont principalement ressenties dans les terrains alpins. La fréquence des mouvemens dans le sol des Andes, et le peu de coincidence que l'on remarque entre ces mouvemens et les éruptions volcaniques, doivent nécessairement faire présumer qu'ils sont, *dans le plus grand nombre de cas*, occasionnés par une cause *indépendante des volcans.*" **Boussingault**, Ann. de Chimie et de Physique T. LVIII. 1835 p. 83.

†) Die Folge der großen Naturbegebenheiten 1796 bis 1797, 1811 und 1812 war diese:

27. Sept. 1796 Ausbruch des Vulkans der Insel Guadalupe in den Kleinen Antillen, nach vieljähriger Ruhe;

Novbr. 1796 Der Vulkan auf der Hochebene Pasto zwischen den kleinen Flüssen Guaytara und Juanambu entzündet sich und fängt an bleibend zu rauchen;

14. Decbr. 1796 Erdbeben und Zerstörung der Stadt Cumana;

4. Febr. 1797 Erdbeben und Zerstörung von Riobamba. An demselben Morgen verschwand plötzlich, ohne wieder zu erscheinen, in wenigstens 48 geogr. Meilen Entfernung von Riobamba, die Rauchsäule des Vulkans von Pasto, um welchen umher keine Erderschütterung gefühlt wurde.

30. Januar 1811 Erste Erscheinung der Insel Sabrina in der Gruppe der Azoren, bei der Insel San Miguel. Die Hebung ging, wie bei der der Kleinen Kameni (Santorin) und der des Vulkans von Jorullo, dem Feuerausbruch voraus. Nach einer sechstägigen Schlacken-Eruption stieg die Insel bis zu 300 Fuß über den Spiegel des Meeres empor. Es war das dritte Erscheinen und Wieder-Versinken der Insel nach Zwischenräumen von 91 und 92 Jahren, nahe an demselben Punkte.

Mai 1811 Ueber 200 Erdstöße auf der Insel St. Vincent bis April 1812.

Decbr. 1811 Zahllose Erdstöße in den Flußthälern des Ohio, Mississippi und Arkansas bis 1813. Zwi-

in geographischer und hypsometrischer Hinsicht, nach Breite und Höhe, in ein helleres Licht gesetzt. Wahlenberg behauptete, daß in *sehr hohen Breiten* die mittlere Temperatur der veränderlichen Quellen etwas höher als die mittlere Temperatur der Atmosphäre sei; er suchte die Ursach davon nicht in der Trockenheit einer sehr kalten Luft und in dem, dadurch bewirkten, minder häufigen Winter-Regen: sondern in der schützenden, die Wärme-Strahlung des Bodens vermindernden Schneedecke. In denjenigen Theilen des nord-asiatischen Flachlandes, in welchen eine *ewige Eisschicht* oder wenigstens ein mit Eisstücken gemengtes, gefrorenes Schuttland schon in einer Tiefe von wenigen Fußen*) gefunden wird; kann die Quellen-Temperatur nur mit großer Vorsicht zu der Erörterung von Kupffer's wichtiger Theorie der *Isogeothermen* benutzt werden. Dort entsteht in der *oberen* Erdschicht eine zwiefache *Wärme-Strahlung*: eine nach oben gegen den Luftkreis, und eine andere nach unten gegen die Eisschicht hin. Eine lange Reihe schätzbarer Beobachtungen, welche mein Freund und Begleiter, Gustav Rose, auf der sibirischen Expedition in *heißem* Sommer (oft in noch mit Eis umgebenen Brunnen) zwischen dem Irtysch, Obi und dem caspischen Meere angestellt hat, offenbarten eine große Complication localer Störungen. Diejenigen, welche sich aus ganz anderen Ursachen in der Tropenzone da zeigen, wo Gebirgsquellen auf mächtigen Hochebenen, acht- bis zehntausend Fuß über dem Meere (Micuipampa, Quito, Bogota): oder in schmalen, isolirten Berggipfeln, noch viele tausend Fuß höher, hervorbrechen; umfassen nicht bloß einen weit größeren Theil der Erdoberfläche, sondern leiten auch auf die Betrachtung analoger thermischer Verhältnisse in den Gebirgsländern der gemäßigten Zone.

Vor allem ist es bei diesem wichtigen Gegenstande nothwendig, den Cyclus wirklicher Beobachtungen von den theoretischen Schlüssen zu trennen, welche man darauf gegründet. Was wir suchen, ist, in seiner größten Allgemeinheit ausgesprochen, dreierlei: die Vertheilung der Wärme in der uns zugänglichen Erdrinde, in der Wasserbedeckung (dem Ocean) und der Atmosphäre. In den beiden Umhüllungen des Erdkörpers, der tropfbaren und gasförmigen, herrscht entgegengesetzte Veränderung der Temperatur (Abnahme und Zunahme derselben in den auf einander gelagerten Schichten) in der Richtung der Verticale. In den festen Theilen des Erdkörpers wächst die Temperatur mit der Tiefe; die Veränderung ist in demselben Sinne, wenn gleich in sehr verschiedenem Verhältniß, wie im *Luftmeere*, dessen *Untiefen* und *Klippen* die Hochebenen und vielgestalteten Berggipfel bilden. Durch directe Versuche kennen wir am genauesten die Vertheilung der Wärme im Luftkreise geographisch nach Ortsbestimmung in Breite und Länge, wie nach hypsometrischen Verhältnissen nach Maaßgabe der verticalen Höhe über der Meeresfläche: beides doch fast nur in nahem Contact mit dem festen und tropfbar flüssigen Theile der Oberfläche unseres Planeten. Wissenschaftliche und systematisch angeordnete Untersuchungen durch aerostatische Reisen im freien Luftmeere, außerhalb der zu nahen Einwirkung der Erde, sind bisher noch zu selten, und daher wenig geeignet gewesen, die so nothwendigen numerischen Angaben *mittlerer Zustände* darzubieten. Für die Abnahme der Wärme in den Tiefen des Oceans fehlt es nicht an Beobachtungen; aber Strömungen, welche Wasser verschiedener Breiten, Tiefen und Dichtigkeiten herbeiführen, erschweren fast noch mehr als Strömungen in der Atmosphäre die Erlangung allgemeiner Resultate. Wir haben die thermischen Zustände der beiden Umhüllungen unseres Planeten, welche weiter unten einzeln behandelt werden, hier nur vorläufig deshalb berührt, um den Einfluß der verticalen Wärme-Vertheilung in der festen Erdrinde, das System der *Geo-Isother-*

---

weiter wir uns von diesen entfernen, immer mehr in zwei, durch schwächere Niederschläge verbundene Maxima aus einander, welche in Deutschland in einem Sommer-Maximum wieder zusammenfallen: wo also *temporäre Regenlosigkeit* vollkommen aufhört." Vgl. den Abschnitt Geothermik in dem vortrefflichen Lehrbuche der Geognosie von *Naumann* Bd. I. (1850) S. 41—73.

*) Vergl. **Kosmos** 4. Buch S. 660.

men, nicht allzu isolirt, sondern als einen Theil der alles durchdringenden **Wärme-Bewegung**, einer ächt **kosmischen Thätigkeit**, zu betrachten.

So vielfach belehrend auch die Beobachtungen über die ungleiche Temperatur-Abnahme der nicht mit den Jahreszeiten veränderlichen Quellen bei zunehmender Höhe des Punktes ihres Ausbruchs ist; so kann das locale Gesetz solcher abnehmenden Temperatur der Quellen doch nicht, wie oft geschieht, unbedingt als ein allgemeines **geothermisches** Gesetz betrachtet werden. Wenn man gewiß wäre, daß Wasser auf einer horizontalen Schicht in großer Erstreckung ungemischt fortliefen, so würde man allerdings glauben können, daß sie allmälig die Temperatur des Festen angenommen haben; aber in dem großen Spaltengewebe der gehobenen Massen kann dieser Fall nur selten vorkommen. Kältere, höhere Wasser vermischen sich mit dem unteren. Unser Bergbau, so geringe Räume er auch der Tiefe nach umfaßt, ist sehr belehrend in dieser Hinsicht; aber unmittelbar würde man nur dann zur Kenntniß der Geo-Isothermen gelangen, wenn nach Boussingault's Methode*) unterhalb der Tiefe, in welcher sich noch die Einflüsse der Temperatur-Veränderungen des nahen Luftkreises äußern, Thermometer in sehr verschiedenen Höhen über dem Meere eingegraben würden. Vom 45sten Grad der Breite bis zu den dem Aequator nahen Theilen der Tropengegend nimmt die Tiefe, in der die **invariable** Erdschicht beginnt, von 60 bis 1½ oder 2 Fuß ab. Das Eingraben der Geothermometer in geringen Tiefen, um zur Kenntniß der mittleren Erd-Temperatur zu gelangen, ist demnach nur zwischen den Wendekreisen oder in der subtropischen Zone leicht ausführbar. Das vortreffliche Hülfsmittel der artesischen Brunnen, die eine Wärme-Zunahme von 1° des hunderttheiligen Thermometers für jede 91 bis 99 Fuß in absoluten Tiefen von 700 bis 2200 Fuß angezeigt haben, ist bisher dem Physiker nur in Gegenden von nicht viel mehr als 1500 Fuß Höhe über dem Meeresspiegel dargeboten worden. †) Grubenbaue der Menschen auf Silbererz habe ich in der Andeskette 6° 45′ südlich vom Aequator in fast 12400 Fuß Höhe besucht, und die Temperatur der dort aus den Gesteinklüften des Kalksteins andringenden Bergwasser zu 11°, 3 gefunden. ‡) Die Wasser, welche in den Bädern des Inca Tupac Yupanqui gewärmt wurden, auf dem Rücken der Andes (Paso del Assuay), kommen wahrscheinlich aus Quellen der Ladera de Cadlud: wo ich den Weg, neben welchem auch die alte peruanische Kunststraße fortlief, barometrisch zu 14568 Fuß Höhe (fast zu der des Montblanc) gefunden habe. ||) Das sind die höchsten Punkte, an denen ich in Südamerika Quellwasser beobachten konnte. In Europa haben in den östlichen Alpen die Gebrüder **Schlagintweit** auf 8860 Fuß Höhe Stollenwasser in der **Goldzeche**, und kleine Quellen nahe bei dem Stollen-Mundloche von nur 0°, 8 Wärme gemessen §): fern von allem Schnee und allem Gletscher-Eise. Die letzten **Höhengrenzen der Quellen** sind sehr verschieden nach Maaßgabe der geographischen Breiten, der Höhe der Schneelinie und des Verhältnisses der höchsten Gipfel zu den Gebirgstämmen und Hochebenen.

Nähme der Halbmesser des Planeten um die Höhe des Himalaya im Kintschindjunga, also gleichmäßig in der ganzen Oberfläche um 26436 Fuß (1,16 geogr. Meilen) zu; so würde bei dieser geringen Vermehrung von nur 1/860 des Erdhalbmessers (nach Fourier's analytischer Theorie) die Wärme, in der durch Strahlung erkalteten Oberfläche, in der oberen Erdrinde fast ganz die sein, welche sie jetzt ist. Erheben sich aber einzelne Theile der Oberfläche in Bergketten und schmalen Gipfeln, wie Klippen auf dem Boden des Luftmeeres; so entsteht in dem Inneren der gehobenen Erdschichten von unten nach oben eine Wärme-Abnahme, die modificirt wird durch den Contact mit Luftschichten verschiedener

*) Vergl. **Kosmos** 1. Buch S. 89; 4. Buch S. 657 Anm. †.

†) **Kosmos** 4. Buch S. 656.

‡) Mina de Guadalupe, eine der Minas de Chota, a. a. O. S. 657.

||) **Humboldt**, Ansichten der Natur Bd. II. S. 323.)

§) Bergwerk auf der großen Fleuß im Moll-Thale der Tauern; s. Hermann und Adolph **Schlagintweit**, Untersuchungen über die physicalische Geographie der Alpen 1850 S. 242—273.

Temperatur, durch die Wärme-Capacität und das Wärme-Leitungsvermögen heterogener Gebirgsarten, durch die Insolation (Besonnung) der mit Wald bedeckten Gipfel und Gehänge; durch die größere und geringere Wärme-Strahlung der Berge nach Maaßgabe ihrer Gestaltung (Reliefform), ihrer Mächtigkeit (in großen Massen) oder ihrer conischen und pyramidalen Schmalheit. Die specielle Höhe der Wolkenregion, die Schnee- und Eisdecken bei verschiedener Höhe der Schneegrenze, die Frequenz der nach den Tageszeiten längs den steilen Abhängen herabkommenden erkaltenden Luftströmungen verändern den Effect der Erdstrahlung. Je nachdem sich die, gleich Zapfen emporstrebenden Gipfel erkälten, entsteht im Inneren eine nach Gleichgewicht strebende, aber dasselbe nie erreichende schwache Wärme-Strömung von unten nach oben. Die Erkennung so vieler auf die *verticale* Wärme-Vertheilung wirkender Factoren leitet zu wohlbegründeten Vermuthungen über den Zusammenhang verwickelter localer Erscheinungen, aber sie leitet nicht zu unmittelbaren numerischen Bestimmungen. Bei den Gebirgsquellen (und die höheren, für die Gemsjäger wichtig, werden sorgsam aufgesucht) bleibt so oft der Zweifel, daß sie mit Wassern gemischt sind, welche *niedersinkend* die kältere Temperatur oberer, oder gehoben, *aufsteigend*, die wärmere Temperatur tieferer Schichten hinzuführen. Aus 19 Quellen, die Wahlenberg beobachtete, zieht Kämtz den Schluß, daß man sich in den Alpen 900 bis 960 Fuß erheben müsse, um die Quellen-Temperatur um 1° sinken zu sehen. Eine größere Zahl, mit mehr Vorsicht ausgewählter Beobachtungen von Hermann und Adolph Schlagintweit in den östlichen kärnthner und westlichen schweizer Alpen am Monte Rosa geben nur 720 Fuß. Nach der großen Arbeit*) dieser vortrefflichen Beobachter ist „die Abnahme der Quellen-Temperatur jedenfalls etwas langsamer als jene der mittleren Jahres-Temperatur der Luft, welche in den Alpen 540 Fuß für 1° beträgt. Die Quellen sind dort im allgemeinen in gleichem Niveau wärmer als die mittlere Luft-Temperatur; und der Unterschied zwischen Luft- und Quellenwärme wächst mit der Höhe. Die Temperatur des Bodens ist bei gleicher Höhe nicht dieselbe in dem ganzen Alpenzuge, da die *isothermen Flächen*, welche die Punkte gleicher mittlerer Quellenwärme verbinden, sich um so mehr über das Niveau des Meeres erheben, *abgesehen von dem Einfluß der geographischen Breite*, je bedeutender die mittlere Anschwellung des umgebenden Bodens ist: alles nach den Gesetzen der Vertheilung der Wärme in einem festen Körper von wechselnder Dicke, mit welchem man das Relief (die Massen-Erhebung) der Alpen vergleichen kann."

In der Andeskette, und gerade in dem *vulkanischen* Theile derselben, welcher die größten Erhebungen darbietet, kann in einzelnen Fällen das Eingraben von Thermometern durch den Einfluß localer Verhältnisse zu täuschenden Resultaten führen. Nach der früher von mir gefaßten Meinung, daß weitgesehene schwarze Felsgrate, welche die Schneeregion durchsetzen, nicht immer bloß der Configuration und Steilheit ihrer Seitenwände, sondern anderen Ursachen ihren gänzlichen Mangel von Schnee verdanken: grub ich am *Chimborazo* in einer Höhe von 17160 Fuß, also 3350 Fuß über der Gipfelhöhe des Montblanc, eine Thermometer-Kugel nur drei Zoll in den Sand, der die Kluft in einem Grate füllte. Das Thermometer zeigte anhaltend 5°,8, während die Luft nur 2°,7 über dem Gefrierpunkt war. Das Resultat dieser Beobachtung hat einige Wichtigkeit: denn bereits 2400 Fuß tiefer, an der unteren Grenze des ewigen Schnees der Vulkane von Quito, ist nach vielen von Boussingault und mir gesammelten Beobachtungen die mittlere Wärme der Atmosphäre nicht höher als 1°,6. Die Erd-Temperatur von 5°,8 muß daher der unterirdischen Wärme des Dolerit-Gebirges: ich sage nicht der ganzen Masse, sondern den in derselben aus der Tiefe aufsteigenden Luftströmen, zugeschrieben werden. Am Fuß des Chimborazo, in 8900 Fuß Höhe, gegen das Dörfchen Calpi hin, liegt ohnedies ein kleiner

*) Hermann und Adolph *Schlagintweit* in ihrer Schrift: Monte Rosa 1853 Cap. VI. S. 212—225.

Ausbruch-Krater, Yana-Urcu, der, wie auch sein schwarzes, schlackenartiges Gestein (Augit-Porphyr) bezeugt, in der Mitte des 15ten Jahrhunderts scheint thätig gewesen zu sein. *)

Die Dürre der Ebene, aus welcher der Chimborazo aufsteigt, und der unterirdische Bach, den man unter dem eben genannten vulkanischen Hügel Yana-Urcu rauschen hört, haben zu sehr verschiedenen Zeiten Boussingault und mich †) zu der Betrachtung geführt, daß die Wasser, welche die ungeheuren, an ihrer unteren Grenze schmelzenden Schneemassen täglich erzeugen, auf den Klüften und Weitungen der gehobenen Vulkane in die Tiefe versinken. Diese Wasser bringen perpetuirlich eine Erkaltung in den Schichten hervor, durch die sie herabstürzen. Ohne sie würden die ganzen Dolerit- und Trachytberge auch in Zeiten, die keinen nahen Ausbruch verkünden, in ihrem Inneren eine noch höhere Temperatur aus dem ewig wirkenden, vielleicht aber nicht unter allen Breitengraden in gleicher Tiefe liegenden, vulkanischen Urquell annehmen. So ist im Wechselkampfe der Erwärmungs- und Erkältungs-Ursachen ein stetes Fluthen der Wärme auf- und abwärts: vorzugsweise da anzunehmen, wo zapfenartig feste Theile in den Luftkreis aufsteigen.

Gebirge und hohe Gipfel sind aber dem Areal nach, das sie umfassen, ein sehr kleines Phänomen in der Relief-Gestaltung der Continente; und dazu sind fast ⅔ der ganzen Erdoberfläche (nach dem jetzigen Zustande geographischer Entdeckungen in den Polargegenden beider Hemisphären kann man das Verhältniß von Meer und Land wohl wie 8 : 3 annehmen) Meeresgrund. Dieser ist unmitlelbar mit Wasserschichten in Contact: die, schwach gesalzen und nach dem Maximum ihrer Dichtigkeiten (bei 3°,94) sich lagernd, eine eisige Kälte haben. Genaue Beobachtungen von Lenz und du Petit Thouars haben gezeigt, daß mitten in den Tropen, wo die Oberfläche des Oceans 26° bis 27° Wärme hat, aus sieben- bis achthundert Faden Tiefe Wasser von 2°½ Temperatur haben heraufgezogen werden können: — Erscheinungen, welche die Existenz von unteren Strömungen aus den Polargegenden offenbaren. Die Folgen dieser suboceanischen constanten Erkaltung des bei weitem größeren Theils der Erdrinde verdienen eine Aufmerksamkeit, die ihnen bisher nicht genugsam geschenkt worden ist. Felsklippen und Inseln von geringem Umfange, welche wie Zapfen aus dem Meeresgrunde über die Oberfläche des Wassers hervortreten; schmale Landengen, wie Panama und Darien, von großen Weltmeeren bespült: müssen eine andere Wärme-Vertheilung in ihren Gesteinschichten darbieten, als Theile von gleichem Umfange und gleicher Masse im Inneren der Continente. In einer sehr hohen Gebirgsinsel ist, der Verticale nach, der unterseeische Theil mit einer Flüssigkeit in Contact, welche von unten nach oben eine wachsende Temperatur hat. Wie aber die Erdschichten in die Atmosphäre, vom Meere unbenetzt, treten, berühren sie unter dem Einfluß der Besonnung und freier Ausstrahlung dunkler Wärme eine gasförmige Flüssigkeit, in welcher die Temperatur mit der Höhe abnimmt. Aehnliche thermische Verhältnisse von entgegengesetzter Ab- und Zunahme der Temperatur in der Verticale wiederholen sich zwischen zwei großen Binnenmeeren, dem caspischen und dem Aral-See, in dem schmalen Ust-Urt, welcher beide von einander scheidet. Um so verwickelte Phänomene einst aufzuklären, dürfen aber nur solche Mittel angewandt werden, welche, wie Bohrlöcher von großer Tiefe, unmittelbar auf die Kenntniß der inneren Erdwärme leiten; nicht etwa bloß Quellen-Beobachtungen oder die Luft-Temperatur in Höhlen, welche eben so unsichere Resultate geben als die Luft in den Stollen und Weitungen der Bergwerke.

Das Gesetz der zunehmenden und abnehmenden Wärme, wenn man ein niedriges Flachland mit einem prallig viele tausend Fuß aufsteigenden Gebirgsrücken oder Gebirgsplateau vergleicht, hängt nicht einfach von dem verticalen Höhenverhältniß zweier Punkte der Erdoberfläche (in dem Flachlande und auf dem Gebirgsgipfel) ab. Wenn man nach der Vor-

*) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 139 und 147.
†) A. a. O. S. 140 und 203.

aussetzung eines bestimmten Maaßes der Temperatur-Veränderung in einer gewissen Zahl von Fußen von der Ebene aufwärts zum Gipfel oder vom Gipfel abwärts zu der Erdschicht im Inneren der Bergmasse rechnen wollte, welche mit der Oberfläche der Ebene in demselben Niveau liegt; so würde man in dem einen Fall den Gipfel zu kalt, in dem anderen die in dem Inneren des Berges bezeichnete Schicht viel zu heiß finden. Die Vertheilung der Wärme in einem aufsteigenden Gebirge (in einer Undulation der Erdoberfläche) ist abhängig, wie schon oben bemerkt, von Form, Masse und Leitungsfähigkeit; von Insolation und Ausstrahlung der Wärme gegen reine oder mit Wolken erfüllte Luftschichten; von dem Contact und Spiele der auf- und niedersteigenden Luftströmungen. Nach solchen Voraussetzungen müßten bei sehr mäßigen Höhenverschiedenheiten von vier bis fünftausend Fuß Gebirgsquellen sehr häufig sein, deren Temperatur die mittlere Temperatur des Orts um 40 bis 50 Grad überstiege; wie würde es vollends sein am Fuß von Gebirgen unter den Tropen, die bei 14000 Fuß Erhebung noch frei vom ewigen Schnee sind, und oft keine vulkanische Gebirgsart, sondern nur Gneiß und Glimmerschiefer zeigen! *) Der große Mathematiker Fourier, angeregt durch die Topographie des Ausbruchs vom Jorullo, in einer Ebene, wo viele hundert Quadratmeilen umher keine ungewöhnliche Erdwärme zu spüren war, hat, auf meine Bitte, sich noch in dem Jahre vor seinem Tode mit theoretischen Untersuchungen über die Frage beschäftigt: wie bei Berg Erhebungen und veränderter Oberfläche der Erde die isothermen Flächen sich mit der neuen Form des Bodens in Gleichgewicht setzen. Die Seitenstrahlung von Schichten, welche in gleichem Niveau, aber ungleich bedeckt liegen, spielt dabei eine wichtigere Rolle als da, wo Schichtung bemerkbar ist, die Aufrichtung (Inclination) der Absonderungs-Flächen des Gesteins.

Wie die heißen Quellen in der Umgegend des alten Carthago, wahrscheinlich die Thermalquellen von Pertusa (aquae calidae von Hammam el-Enf) den Bischof Patricius, den Märtyrer, auf die richtige Ansicht über die Ursach der höheren oder niedrigeren Temperatur der aufsprudelnden Wasser leiteten, habe ich schon an einem anderen Orte †) erwähnt. Als nämlich der Proconsul Julius den angeklagten Bischof spöttisch durch die Frage verwirren wollte: "quo auctore fervens haec aqua tantum ebulliat?" entwickelte Patricius seine Theorie der Centralwärme: „welche die Feuerausbrüche des Aetna und des Vesuvs veranlaßt, und den Quellen um so mehr Wärme mittheilt, als sie einen tieferen Ursprung haben.“ Platons Pyriphlegethon war dem eruditen Bischof die Hölle der Sündigen; und, als wollte er dabei auch an eine der kalten Höllen der Buddhisten erinnern, wird noch, etwas unphysikalisch, für das nunquam finiendum supplicium impiorum, trotz der Tiefe, eine aqua gelidissima concrescens in glaciem angenommen.

*) Ich weiche hier von der Meinung eines mir sehr befreundeten und um die tellurische Wärme-Vertheilung höchst verdienten Physikers ab. S. über die Ursach der warmen Quellen von Leuck und Warmbrunn Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie Bd. I. S. 127—133.

†) S. über diese, von Dureau de la Malle aufgefundene Stelle Kosmos 1. Buch S. 115 und 116 Anm. *. "Est autem," sagt der heil. Patricius, "et supra firmamentum caeli, et *subter* teram ignis atque aqua; et quae supra terram est aqua, coacta in unum, appellationem marium: quae vero infra, abyssorum suscepit; ex quibus ad generis humani usus in terram velut siphones quidam emittuntur et scaturiunt. Ex iisdem quoque et thermae exsistunt: [illegible]rum quae ob igne absunt longius, provida boni [illegible] nos mente, *frigidiores;* quae vero *propius* [illegible], *ferventes* fluunt. In quibusdam etiam [illegible]idae aquae reperiuntur, prout majore ab [illegible]allo sunt disjunctae." So lauten die [illegible] Sammlung: Acta primorum Martyrum [illegible]dio Theodorici Ruinart, ed. 2. Amste[illegible] fol. p. 555. Nach einem andern Be[illegible] [illegible] in veteo marmoreum [illegible]anctae Neapolitanae Ecclesiae Kalendarium commentarius Vol. II Neap. 1744. 4° p. 385) entwickelt der heil. Patricius vor dem Julius Consularis ohngefähr dieselbe Theorie der Erdwärme; aber an dem Ende der Rede ist die kalte Hölle deutlicher bezeichnet: Nam quae longius ab igne subterraneo abeunt, Dei optimi providentia, frigidiores erumpunt. At quae propiores igni sunt, ab eo fervefactae, intolerabili calore praeditae promuntur foras. Sunt et alicubi tepidae, quippe non parum sed longiuscule ab eo igne remotae. Atqui ille infernus ignis impiarum est animarum carnificina; non secus ac subterraneus frigidissimus gurges, in glaciei glebas concretus, qui Tartarus nuncupatur. — Der arabische Name hammâm el-enf bedeutet: Nasenbäder: und ist, wie schon Temple bemerkt hat, von der Gestalt eines benachbarten Vorgebirges hergenommen: nicht von einer günstigen Einwirkung, welche dieses Thermalwasser auf Krankheiten der Nase ausübte. Der arabische Name ist von den Berichterstattern mannigfach gewandelt worden: hammam l'Enf oder Lif, Emmamelif (Peyssonel), la Mamelif (Desfontaines). Vergl. Gumprecht, die Mineralquellen auf dem Festlande von Africa (1851) S. 140—144.

Unter den heißen Quellen sind die, welche, der Siedhitze des Wassers nahe, eine Temperatur bis 90° erreichen, viel seltener, als man nach ungenauen Bestimmungen gewöhnlich annimmt; am wenigsten finden sie sich in der Umgebung noch thätiger Vulkane. Mir ist es geglückt, auf meiner amerikanischen Reise zwei der wichtigsten dieser Quellen zu untersuchen, beide zwischen den Wendekreisen. In Mexico unfern der reichen Silberbergwerke von Guanaxuato, in 21° nördlicher Breite, auf einer Höhe von mehr als 6000 Fuß über der Meeresfläche, bei Chichimequillo *), entquellen die Aguas de Comangillas einem Basalt- und Basaltbreccien-Gebirge. Ich fand sie im September 1803 zu 96°,4. Diese Basaltmasse hat einen säulenförmigen Porphyr gangartig durchbrochen, der selbst wieder auf einem weißen, quarzreichen Syenit ruht. Höher, aber nicht fern von dieser, fast siedenden Quelle, bei los Joares, nördlich von Santa Rosa de la Sierra, fällt Schnee vom December bis April schon in 8160 Fuß Höhe; auch bereiten dort die Eingeborenen das ganze Jahr hindurch Eis durch Ausstrahlung in künstlichen Bassins. Auf dem Wege von Nueva Valencia, in den Valles de Aragua, nach dem Hafen von Portocabello (ohngefähr in 10°¼ Breite), am nördlichen Abfall der Küstenkette von Venezuela, sah ich einem geschichteten Granit, welcher gar nicht in Gneiß übergeht, die aguas calientes de las Trincheras entquellen. Ich fand †) die Quelle im Februar 1800 zu 90°,3, während die, dem Gneiß angehörigen Baños de Mariara in den Valles de Aragua 59°,3 zeigten. Drei- und-zwanzig Jahre später, wieder im Monat Februar, fanden Boussingault und Rivero ‡) sehr genau in Mariara 64°,0; in las Trincheras de Portocabello, bei geringer Höhe über dem antillischen Meere: in Einem Bassin 92°,2, in dem anderen 97°,0. Die Wärme jener heißen Quellen war also in der kurzen Zwischenzeit beider Reisen ungleich gestiegen: in Mariara um 4°,7; in las Trincheras um 6°,7. Boussingault hat mit Recht darauf aufmerksam gemacht, daß eben in der bezeichneten Zwischenzeit das furchtbare Erdbeben statt fand, welches die Stadt Caracas am 26. März 1812 umstürzte: Die Erschütterung an der Oberfläche war zwar weniger stark in der Gegend des Sees von Tacarigua (Nueva Valencia); aber kann im Inneren der Erde, wo elastische Dämpfe auf Spalten wirken, eine sich so weit und gewaltsam fortpflanzende Bewegung nicht leicht das Spaltengewebe ändern und tiefere Zuführungs-Canäle öffnen? Die, aus einer Granit-Formation aufsteigenden, heißen Wasser de las Trincheras sind fast rein, da sie nur Spuren von Kieselsäure, etwas Schwefel-Wasserstoff-Säure und Stickstoff enthalten; sie bilden nach vielen, sehr malerischen Cascaden, von einer üppigen Vegetation umgeben, einen Fluß: Rio de Aguas calientes, welcher gegen die Küste hin voll großer Crocodile ist, denen die, abwärts schon bedeutend verminderte Wärme sehr behagt. Im nördlichsten Indien entspringt ebenfalls aus Granit (Br. 30° 52′) die sehr heiße Quelle von **Jumnotri**, die 90° (194° Fahr.) erreicht und, da sie diese hohe Temperatur in einer Erhebung von 10180 Fuß offenbart, fast den Siedepunkt erreicht, welcher diesem Luftdruck ||) angehört.

Unter den intermittirenden heißen Quellen haben die **isländischen Kochbrunnen**, und unter diesen besonders der **Große Geysir** und **Strokkr**, mit Recht die größte Berühmtheit erlangt. Nach den vortrefflichen neuesten Untersuchungen von Bunsen, Sartorius von Waltershausen und Descloiseaux nimmt in den Wasserstrahlen beider die Temperatur von unten nach oben auf eine merkwürdige Weise ab. Der **Geysir** besitzt einen, von horizontalen Schichten Kieselsinters gebildeten, abgestumpften Kegel von 25 bis

*) **Humboldt**, Essai polit. sur la Nouv. Espagne, 2ème éd. T. III. (1827) p. 190.

†) Relat. hist. du Voyage aux Régions équinox. T. II. p. 98; Kosmos I. Buch S. 230. Die heißen Quellen von Carlsbad verdanken ihren Ursprung auch dem Granit; Leop. von Buch in Poggend. Ann. Bd. XII. S. 416; ganz wie die von Joseph Hooker besuchten heißen Quellen von Momay in Tibet, die 15000 Fuß hoch über dem Meere mit 46° Wärme ausbrechen, nahe bei Changokhang (Himalayan Journals Vol. II. p 133).

‡) **Boussingault**, Considérations sur les eaux thermales des Cordillères, in den Annales de Chimie et de Physique T. LII. 1833 p. 188—190.

||) Captain **Newbold** on the temperature of the wells and rivers in India and Egypt (in den Philos. Transact. for 1845 P. I. p. 127).

30 Fuß Höhe. In diesen Kegel versenkt sich ein flaches Becken von 52 Fuß Durchmesser, in dessen Mitte das Rohr des Kochbrunnens, mit einem dreimal kleineren Durchmesser, von senkrechten Wänden umgeben, 70 Fuß in die Tiefe hinabgeht. Die Temperatur des Wassers, welches ununterbrochen das Becken füllt, ist 82°. In sehr regelmäßigen Zwischenräumen von 1 Stunde und 20 bis 30 Minuten verkündigt der Donner in der Tiefe den Anfang der Eruption. Die Wasserstrahlen von 9 Fuß Dicke, deren etwa drei große einander folgen, erreichen 100, ja bisweilen 140 Fuß Höhe. Die Temperatur des in der Röhre aufsteigenden Wassers hat man in 68 Fuß Tiefe: kurz vor dem Ausbruch zu 127°, während desselben zu 124°,2, gleich nachher zu 122° gefunden; an der Oberfläche des Beckens nur zu 84°—85°. Der Strokkr, welcher ebenfalls am Fuß des Bjarnafell liegt, hat eine geringere Wassermasse als der Geysir. Der Sinter-Rand seines Beckens ist nur wenige Zoll hoch und breit. Die Eruptionen sind häufiger als beim Geysir, kündigen sich aber nicht durch unterirdischen Donner an. Im Strokkr ist beim Ausbruch die Temperatur in 40 Fuß Tiefe 113°—115°, an der Oberfläche fast 100°. Die Eruptionen der intermittirenden Kochquellen und die kleinen Veränderungen in dem Typus der Erscheinungen sind von den Eruptionen des Hekla ganz unabhängig, und keinesweges durch diese in den Jahren 1845 und 1846 gestört worden.*) Bunsen hat mit dem ihm eigenen Scharfsinn in Beobachtung und Discussion die früheren Hypothesen über die Periodicität der Geysir-Eruptionen (unterirdische Höhlen, welche als Dampfkessel sich bald mit Dämpfen, bald mit Wasser erfüllen) widerlegt. Die Ausbrüche entstehen nach ihm dadurch, daß ein Theil einer Wassersäule, die an einem tieferen Punkte unter großem Druck angehäufter Dämpfe einen hohen Grad der Temperatur angenommen hat, aufwärts gedrängt wird, und dadurch unter einen Druck gelangt, welcher seiner Temperatur nicht entspricht. So sind „die Geysir natürliche Collectoren der Dampfkraft."

Von den heißen Quellen sind einige wenige der absoluten Reinheit nahe, andere enthalten zugleich Lösungen von 8 bis 12 festen oder gasartigen Stoffen. Zu den ersteren gehören die Heilquellen von Luxeuil, Pfeffers und Gastein: deren Art der Wirksamkeit wegen ihrer Reinheit †) so räthselhaft scheinen kann. Da alle Quellen hauptsächlich durch Meteorwasser gespeist werden, so enthalten sie Stickstoff: wie Boussingault in der, dem Granit entströmenden, sehr reinen ‡) Quelle in las Trincheras de Portocabello, und Bunsen ||) in der Cornelius Quelle zu Aachen und in dem isländischen Geysir erwiesen haben. Auch die in mehreren Quellen aufgelöste organische Materie ist stickstoffhaltig, ja bisweilen bituminös. So lange man noch nicht durch Gay-Lussac's und meine Versuche wußte, daß Regen- und Schneewasser (das erstere 10, das zweite wenigstens 8 Procent) mehr Sauerstoff als die Atmosphäre enthalten; wurde es sehr auffallend gefunden, aus den

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island, mit besonderer Rücksicht auf vulkanische Erscheinungen, 1847 S. 128—132; Bunsen u. Descloiseaux in den Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences T. XXIII. 1846 p. 935; Bunsen in den Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. LXII. 1847 S. 27—45. Schon Lottin und Robert hatten ergründet, daß die Temperatur des Wasserstrahls im Geysir von unten nach oben abnehme. Unter den 40 kieselhaltigen Sprudelquellen, welche dem Großen Geysir und Strokkr nahe liegen, führt eine den Namen des Kleinen Geysirs. Ihr Wasserstrahl erhebt sich nur zu 20 bis 30 Fuß. Das Wort Kochbrunnen ist dem Worte Geysir nachgebildet, das mit dem isländischen giosa (kochen) zusammenhangen soll. Auch auf dem Hochlande von Tibet findet sich nach dem Bericht von Cioma de Körös bei dem Alpensee Mapham ein Geysir, welcher 12 Fuß hoch speit.

†) In 1000 Theilen findet in den Quellen von Gastein Trommsdorf nur 0,303; Löwig in Pfeffers 0,291; Longchamp in Luxeuil nur 0,236 fixe Bestandtheile: wenn dagegen in 1000 Theilen des gemeinen Brunnenwassers in Bern 0,478: im Carlsbader Sprudel 5,459; in Wiesbaden gar 7,454 gefunden werden. Studer, physikalische Geographie und Geologie, 2te Ausg. 1847, Cap. I. S. 92.

‡) "Les eaux chaudes qui sourdent du *granite* de la Cordillère du littoral (de Venezuela), sont *presque pures*; elles ne renferment qu'une petite quantité de *silice* en dissolution, et du gaz acide hydrosulfurique mêlé d'un peu de *gaz azote*. Leur composition est indentique avec celle qui résulterait de l'action de l'eau sur le sulfure de silicium." (Ann. de Chimie et de Phys. T. LII. 1833 p. 189.) Ueber die große Menge von Stickstoff, die der warmen Quelle von Orense (68°) beigemischt ist, s. Maria Rubio, Tratado de las Fuentes minerales de Espana 1853 p. 331.

||) Sartorius von Waltershausen, Skizzen von Island S. 125.

Quellen von Nocera in den Apenninen ein sauerstoffreiches Gas-Gemisch entwickeln zu können. Die Analysen, welche Gay-Lussac während unseres Aufenthalts an dieser Gebirgsquelle gemacht, haben gezeigt, daß sie nur so viel Sauerstoff enthält, als ihr die Hydrometeore*) haben geben können. Wenn die Kiesel-Ablagerungen als Baumaterial in Verwunderung setzen, aus denen die Natur die, wie aus Kunst geschaffenen Geysir-Apparate zusammengesetzt; so ist dabei in Erinnerung zu bringen, daß Kieselsäure auch in vielen kalten Quellen, welche einen sehr geringen Antheil von Kohlensäure enthalten, verbreitet ist.

Säuerlinge und Ausströmungen von kohlensaurem Gas, die man lange Ablangerungen von Steinkohlen und Ligniten zuschrieb, scheinen vielmehr ganz den Processen tiefer vulkanischer Thätigkeit anzugehören: einer Thätigkeit, welche **allverbreitet** ist, und sich daher nicht bloß da äußert, wo vulkanische Gebirgsarten das Dasein alter localer Feuerausbrüche bezeugen. Kohlensäure-Ausströmungen überdauern allerdings in erloschenen Vulkanen die plutonischen Catastropen am längsten; sie folgen dem Stadium der Solfataren-Thätigkeit: während aber auch überreiche, mit Kohlensäure geschwängerte Wasser von der verschiedensten Temperatur aus Granit, Gneiß, alten und neuen Flözgebirgen ausbrechen. Säuerlinge schwängern sich mit kohlensauren Alkalien, besonders mit kohlensaurem Natron, überall, wo mit Kohlensäure geschwängerte Wasser auf Gebirgsarten wirken, welche alkalische Silicate enthalten. †) Im nördlichen Deutschland ist bei vielen der kohlensauren Wasser- und Gasquellen noch die Dislocation der Schichten, und das Ausbrechen in meist geschlossenen **Ringthälern** (Pyrmont, Driburg) besonders auffallend. Friedrich Hoffmann und Buckland haben solche Vertiefungen fast zugleich sehr charakteristisch **Erhebungs-Thäler** (valleys of elevation) genannt.

In den Quellen, die man mit dem Namen Schwefelwasser belegt, tritt der Schwefel keineswegs immer in denselben Verbindungen auf. In vielen, die kein kohlensaures Natron enthalten, ist wahrscheinlich Schwefel-Wasserstoff aufgelöst; in anderen, z. B. in den Schwefelwassern von Aachen (Kaiser-, Cornelius-, Rosen- und Quirinus-Quelle), ist in den Gasen, welche man durch Auskochen, bei Luft-Abschluß, erhält, nach den genauen Versuchen von Bunsen und Liebig gar kein Schwefel-Wasserstoff enthalten; ja in den aus den Quellen von selbst aufsteigenden Gasblasen enthält allein die Kaiserquelle in 100 Maaß 0,31 Schwefel-Wasserstoff. ‡)

Eine **Therme**, die einen ganzen Fluß schwefel-gesäuerten Wassers, den **Essig-Fluß** (Rio Vinagre), von den Eingebornen Pusambio genannt, erzeugt, ist eine merkwürdige Erscheinung, die ich zuerst bekannt gemacht habe. Der **Rio Vinagre** entspringt ohngefähr in 10000 Fuß Höhe am nordwestlichen Abfall des Vulkans von Puracé, an dessen Fuß die Stadt Popyan liegt. Er bildet 3 malerische Cascaden ||): von denen ich die eine, welche an einer steilen Trachytwand senkrecht wohl 300 Fuß herabstürzt, abgebildet habe. Von dem Punkte an, wo der kleine Fluß in den Cauca einmündet, nährt dieser große Strom 2 bis 3 Meilen abwärts bis zu den Einmündungen des Pindamon und Palacé keine Fische: ein großes Uebel für die streng fastenden Einwohner von Popayan! Die

---

*) Der ausgezeichnete Chemiker Morechini zu Rom hatte den Sauerstoff, welcher in der Quelle von Nocera (2100 Fuß über dem Meere liegend) enthalten ist, zu 0,40 angegeben; Gay-Lussac fand die Sauerstoff-Menge (26. Sept. 1805) genau nur 0,299. In den Meteorwassern (Regen) hatten wir früher 0,31 Sauerstoff gefunden. — Vergl. über das den **Säuerlingen** von Neris und Bourbon l'Archambault beigemischte Stickstoffgas die älteren Arbeiten von Anglade und Longchamp (1834), und über Kohlensäure-Exhalationen im allgemeinen **Bischof's** vortreffliche Untersuchungen in seiner chemischen Geologie Bd. I. S. 243—350.

†) **Bunsen** in **Poggendorff's** Annalen Bd. 83. S. 257; **Bischof**, Geologie Bd. I. S. 271.

‡) **Liebig** und **Bunsen**, Untersuchung der Aachener Schwefelquellen, in den Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 79. (1851) S. 101. In den chemischen Analysen von Mineralquellen, die Schwefel-Natrium enthalten, werden oft kohlensaures Natron und Schwefel-Wasserstoff aufgeführt, indem in denselben Wassern überschüssige Kohlensäure vorhanden ist.

||) Eine dieser Cascaden ist abgebildet in meinen Vues des Cordillères Pl. XXX. Ueber die Analyse der Wasser des Rio Vinagre s. Boussingault in den Annales de Chimie et de Physic 2e Série T. LII. 1833 p. 397, und eben daselbst **Dumas**, 3eme Série T. XVIII. 1846 p. 503; über die Quelle im Paramo de Ruiz Joaquin Acosta, Viajes cientificos á los Andes ecuatoriales 1810 p. 89.

Wasser des Pusambio enthalten nach Boussingault's späterer Analyse eine große Menge Schwefel-Wasserstoff und Kohlensäure, auch etwas schwefelsaures Natron. Nahe an der Quelle fand Boussingault 72°,8 Wärme. Der obere Theil des Pusambio ist unterirdisch. Im Paramo de Ruiz, am Abhange des Vulkans desselben Namens, an den Quellen des Rio Guali, in 11400 Fuß Höhe, hat Degenhardt (aus Clausthal am Harze), der der Geognosie durch einen frühen Tod entrissen wurde, eine heiße Quelle 1846 entdeckt, in deren Wasser Boussingault dreimal so viel Schwefelsäure als im Rio Vinagre fand.

Das Gleichbleiben der Temperatur und der chemischen Beschaffenheit der Quellen, so weit man durch sichere Beobachtungen hinaufreichen kann, ist noch um vieles merkwürdiger als die Veränderlichkeit*), die man hier und da ergründet hat. Die heißen Quellwasser, welche, auf ihrem langen und verwickelten Laufe, aus den Gebirgsarten, die sie berühren, so vielerlei Bestandtheile aufnehmen, und diese oft dahin führen, wo sie den Erdschichten mangeln, aus denen sie ausbrechen; haben auch noch eine ganz andere Wirksamkeit. Sie üben eine umändernde und zugleich eine schaffende Thätigkeit aus. In dieser Hinsicht sind sie von großer geognostischer Wichtigkeit. Senarmont hat mit bewundernswürdigem Scharfsinn gezeigt, wie höchst wahrscheinlich viele Gangspalten (alte Wege der Thermalwasser) durch Ablagerung der aufgelösten Elemente von unten aus nach oben ausgefüllt worden sind. Durch Druck- und Temperatur-Veränderungen, innere electrochemische Processe und specifische Anziehung der Seitenwände (des Quergesteins) sind in Spalten und Blasenräumen bald lamellare Absonderungen, bald Concretions-Bildungen entstanden. Gangdrusen und poröse Mandelsteine scheinen sich so theilweise gebildet zu haben. Wo die Ablagerung der Gangmasse in parallelen Zonen vorgegangen ist, entsprechen sich diese Zonen ihrer Beschaffenheit nach meist symmetrisch, von beiden Saalbändern im Hangenden und Liegenden an gerechnet. Senarmont's chemischer Erfindungsgabe ist es gelungen, eine beträchtliche Zahl von Mineralien auf ganz analogen, synthetischen Wegen künstlich darzustellen. †)

---

*) Die Beispiele veränderter Temperatur in den Thermen von Mariara und las Trincheras leiten auf die Frage: ob das Styx-Wasser, dessen so schwer zugängliche Quelle in dem wilden arcanischen Alpengebirge Arkadiens bei Nonakris, im Stadtgebiete von Pheneos, liegt, durch Veränderung in den unterirdischen Zuleitungs-Spalten seine schädliche Eigenschaft eingebüßt hat? oder ob die Wasser der Styx nur bisweilen dem Wanderer durch ihre eisige Kälte schädlich gewesen sind? Vielleicht verdanken sie ihren, noch auf die jetzigen Bewohner Arkadiens übergegangenen, bösen Ruf nur der schauerlichen Wildheit und Oede der Gegend, wie der Mythe des Ursprungs aus dem Tartarus. Einem jungen kenntnißvollen Philologen, Theodor Schwab, ist vor wenigen Jahren gelungen, mit vieler Anstrengung bis an die Felswand vorzudringen, wo die Quelle herabträufelt: ganz wie Homer, Hesiodus und Herodot sie bezeichnen. Er hat von dem, überaus kalten und dem Geschmack nach sehr reinen, Gebirgswasser getrunken, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung zu verspüren. (Schwab, Arkadien, seine Natur und Geschichte, 1852 S. 15—20.) Im Alterthume wurde behauptet, die Kälte der Styx-Wasser zersprenge alle Gefäße, nur den Huf des Esels nicht. Die Styx-Sagen [illegible] gewiß uralt, aber die Nachricht von der giftigen [illegible] der Styx-Quelle scheint sich erst zu den [illegible] Aristoteles recht verbreitet zu haben. Nach [illegible] des Antigonus aus Carystus (Hist. [illegible]) soll sie besonders umständlich in einem [illegible] gegangenen Buche des Theophrastus [illegible]. Die verläumderische Fabel von [illegible] durch das Styx-Wasser, [illegible] durch Antipater habe [illegible] mit- [illegible], doch ohne den Stagiriten zu nennen, verbreitet werden (Stahr, Aristotelia Th. I. 1830 S. 137—140.) Plinius (XXX, 53) sagt etwas zweideutig: magna Aristotelis infamia excogitatum. Vgl. Ernst Curtius, Peloponnesus (1851) Bd. I. S. 194—196 und 212; St. Croix, Examen crit. des anciens historiens d'Alexandre p. 496. Eine Abbildung des Styx-Falles, aus der Ferne gezeichnet, enthält Fiedler's Reise durch Griechenland Th. I. S. 400.

†) "Des gîtes métallifères très importans, les plus nombreux peut-être, paraissent s'être formés par voie de dissolution, et les filons concrétionnés n'être autre chose que d'immenses canaux plus ou moins obstrués, parcourus autrefois par des eaux thermales incrustantes. La formation d'un grand nombre de minéraux qu'on rencontre dans ces gîtes, ne suppose pas toujours des conditions ou des agens très éloignés des *causes actuelles.* Les deux élémens principaux des sources thermales les plus répandues, les sulfures et les carbonates alcalins, m'ont suffi pour reproduire artificiellement, par des moyens de synthèse très simples, 29 espèces minérales distinctes, presque toutes cristallisées, appartenant aux métaux natifs (argent, cuivre et arsenic natifs); au quartz, au fer oligiste, au fer, nickel, zinc et manganèse carbonatés; au sulfate de baryte, à la pyrite, malachite, pyrite cuivreuse; au cuivre sulfuré, à l'argent rouge, arsenical et antimonial.... On se rapproche le plus possible des procédés de la nature, si l'on arrive à reproduire, les minéraux dans leurs conditions d'association possible, au moyen des agens chimiques naturels les plus répandus, et en imitant les phénomènes que nous voyons encore se réaliser dans les foyers où la création minérale a concentré les restes de cette activité qu'elle

Ein mir nahe befreundeter, wissenschaftlich begabter Beobachter wird, wie ich hoffe, in kurzem eine neue, wichtige Arbeit über die Temperatur-Verhältnisse der Quellen erscheinen lassen; und in derselben, durch Induction aus einer langen Reihe neuer Beobachtungen, das verwickelte Phänomen der Störungen in großer Allgemeinheit mit Scharfsinn behandeln. Eduard Hallmann unterscheidet in den Temperatur-Messungen, welche er während der Jahre 1845 bis 1853 in Deutschland (am Rhein) und in Italien (in der Umgegend von Rom, im Albaner-Gebirge und in den Apenninen) angestellt hat: 1) rein meteorologische Quellen: deren mittlere Wärme nicht durch die innere Erdwärme erhöht ist; 2) meteorologisch-geologische: die, unabhängig von der Regen-Vertheilung und wärmer als die Luft, nur solche Temperatur-Veränderungen erleiden, welche ihnen der Boden mittheilt, durch den sie ausfließen; 3) abnorm kalte Quellen: welche ihre Kälte aus großen Höhen herabbringen.*) Je mehr man in neuerer Zeit durch glückliche

---

déployait autrefois avec une toute autre énergie." H. de Senarmont, sur la formation des minéraux par la voie humide, in den Annales de Chimie et de Physique, 3ème Série T. PXXII. 1851 p. 234. (Vergl. auch Elie de Beaumont sur les émanations volcaniques et métallifères, im Bulletin de la Société géologique de France, 2de Série T. XV. p. 129.)

*) „Um die Abweichungs-Größe der mittleren Quellen-Temperatur von dem Luftmittel zu ergrunden, hat Herr Dr. Eduard Hallmann an seinem früheren Wohnorte Marienberg bei Boppard am Rhein die Luftwärme, die Regenmengen und die Wärme von 7 Quellen 5 Jahre lang, vom 1. December 1845 bis 30. Novbr. 1850, beobachtet, und auf diese Beobachtungen eine neue Bearbeitung der Temperatur-Verhältnisse der Quellen gegründet. In dieser Untersuchung sind die Quellen von völlig beständiger Temperatur (die rein geologischen) ausgeschlossen. Gegenstand der Untersuchung sind dagegen alle die Quellen gewesen, die eine Veränderung ihrer Temperatur in der Jahresperiode erleiden. Die veränderlichen Quellen zerfallen in zwei natürliche Gruppen:

1) Rein meteorologische Quellen, d. h. solche, deren Mittel erweislich nicht durch die Erdwärme erhöht ist. Bei diesen Quellen ist die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel abhangig von der Vertheilung der Jahres-Regenmenge auf die 12 Monate. Diese Quellen sind im Mittel kälter als die Luft, wenn der Regen-Antheil der vier kalten Monate December bis März mehr als 33⅓ Procent beträgt; sie sind im Mittel wärmer als die Luft, wenn der Regen-Antheil der vier warmen Monate Juli bis October mehr als 33⅓ Procent beträgt. Die negative oder positive Abweichung des Quellmittels vom Luftmittel ist desto größer, je größer der Regen-Ueberschuß des genannten kalten oder warmen Jahresdrittels ist. Diejenigen Quellen, bei welchen die Abweichung des Mittels vom Luftmittel die gesetzliche, d. h. die größte, kraft der Regen-Vertheilung des Jahres mögliche, ist, werden rein meteorologische Quellen von unentstelltem Mittel genannt; diejenigen aber, bei welchem die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel durch störende Einwirkung der Luftwärme in den regenfreien Zeiten verkleinert ist, heißen rein meteorologische Quellen von unentstelltem Mittel genannt; diejenigen aber, bei welchen die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel durch störende Einwirkung der Luftwärme in den regenfreien Zeiten verkleinert ist, heißen rein meteorologische Quellen von angenähertem Mittel. Die Annäherung des Mittels an das Luftmittel entsteht entweder in Folge der Fassung: besonders einer Leitung, an deren unterem Ende die Wärme der Quelle beobachtet wurde, oder sie ist die Folge eines oberflächlichen Verlaufs und der Magerkeit der Quell-Adern. In jedem der einzelnen Jahre ist die Abweichungs-Größe des Mittels vom Luftmittel bei allen rein meteorologischen Quellen gleichnamig; sie ist aber bei den angenäherten Quellen kleiner als bei den unentstellten: und zwar desto kleiner, je größer die störende Einwirkung der Luftwärme ist. Von den Marienberger Quellen gehören 4 der Gruppe der rein meteorologischen an; von diesen 4 ist eine in ihrem Mittel unentstellt, die drei übrigen sind in verschiedenen Graden angenähert. Im ersten Beobachtungsjahre herrschte der Regen-Antheil des kalten Drittels vor, und alle vier Quellen waren in ihrem Mittel kälter als die Luft. In den folgenden vier Beobachtungsjahren herrschte der Regen-Antheil des warmen Drittels vor, und in jedem derselben waren alle vier Quellen in ihrem Mittel wärmer als die Luft; und zwar war die positive Abweichung des Quellmittels vom Luftmittel desto größer, je größer in einem der vier Jahre der Regen-Ueberschuß des warmen Drittels war.

„Die von Leopold von Buch im Jahre 1825 aufgestellte Ansicht, daß die Abweichungs-Größe des Quellmittels vom Luftmittel von der Regen-Vertheilung in der Jahresperiode abhangen müsse, ist durch Hallmann wenigstens für seinen Beobachtungsort Marienberg, im rheinischen Grauwacken-Gebirge, als vollständig richtig erwiesen worden. Nur die rein meteorologischen Quellen von unentstelltem Mittel haben Werth für die wissenschaftliche Climatologie; diese Quellen werden überall aufzusuchen, und einerseits von den rein meteorologischen mit angenähertem Mittel, andrerseits von den meteorologisch-geologischen Quellen zu unterscheiden sein.

2) Meteorologisch-geologische Quellen: d. h. solche, deren Mittel erweislich durch die Erdwärme erhöht ist. Diese Quellen sind Jahr aus Jahr ein, die Regen-Vertheilung mag sein, wie sie wolle, in ihrem Mittel wärmer als die Luft (die Wärme-Veränderungen, welche sie im Laufe des Jahres zeigen, werden ihnen durch den Boden, durch den sie fließen, mitgetheilt). Die Größe, um welche das Mittel einer meteorologisch-geologischen Quelle das Luftmittel übertrifft, hängt von der Tiefe ab, bis zu welcher die Meteorwasser in das beständig temperirte Erd-Innere hinabgesunken sind, ehe sie als Quelle wieder zum Vorschein kommen; diese Größe hat folglich gar kein climatologisches Interesse. Der Climatologe muß aber diese Quellen kennen, damit er sie nicht fälschlich für rein meteorologische nehme. Auch die meteorologisch-geologischen Quellen können durch eine Fassung oder Leitung dem Luftmittel angenähert sein. — Die Quellen wurden an bestimmten, festen Tagen beobachtet, monatlich vier- bis fünfmal. Die Meereshöhe, sowohl des Beobachtungsortes der Luftwärme, als die der einzelnen Quellen, ist sorgfältig berücksichtigt worden."

Dr. Hallmann hat nach Beendigung der Bearbeitung seiner Marienberger Beobachtungen den Winter von 1852 bis 1853 in Italien zugebracht, und in den Apenninen neben gewöhnlichen Quellen auch abnorm kalte gefunden. So nennt er „diejenigen Quellen, welche erweisliche Kälte aus der Höhe herabbringen. Diese Quellen sind fur unterirdische Abflüsse hoch gelegener

Anwendung der Chemie in die geognostische Einsicht von Bildung und metamorphischer Umwandelung der Gebirgsarten eingedrungen ist; eine desto größere Wichtigkeit hat die Betrachtung der mit Gas- und Salzarten geschwängerten Quellwasser erlangt, die im Inneren der Erde circuliren und, wo sie an der Oberfläche als Thermen ausbrechen, schon den größten Theil ihrer schaffenden, verändernden oder zerstörenden Thätigkeit vollbracht haben.

c) Dampf- und Gasquellen, Salsen, Schlamm-Vulkane, Naphtha-Feuer.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch. S. 115—116 und S. 123.)

Ich habe in dem allgemeinen Naturgemälde durch, nicht genug beachtete, aber wohl ergründete Beispiele gezeigt, wie die Salsen in den verschiedenen Stadien, die sie durchlaufen: von den ersten, mit Flammen begleiteten Eruptionen bis zu den späteren Zuständen friedlicher Schlamm-Auswürfe, gleichsam ein Mittelglied bilden zwischen den heißen Quellen und den eigentlichen Vulkanen: welche geschmolzene Erden, als unzusammenhangende Schlacken, oder als neugebildete, oft mehrfach über einander gelagerte Gebirgsarten, ausstoßen. Wie alle Uebergänge und Zwischenglieder in der unorganischen und organischen Natur, verdienen die Salsen und Schlamm-Vulkane eine ernstere Betrachtung, als die älteren Geognosten, aus Mangel einer speciellen Kenntniß der Thatsachen, auf sie gerichtet haben.

Die Salsen und Naphtha-Brunnen stehen theils vereinzelt in engen Gruppen: wie die Macalubi in Sicilien bei Girgenti, deren schon Solinus erwähnt, oder die bei Pietra mala, Barigazzo und am Monte Zibio unfern Sassuolo im nördlichen Italien, oder die bei Turbaco in Südamerika; theils erscheinen sie, und dies sind die lehrreicheren und wichtigeren, wie in schmalen Zügen an einander gereiht. Längst kannte*) man als

offener Seen oder unterirdischer Wasser-Ansammlungen zu halten, aus denen das Wasser in Masse sehr rasch in Spalten und Klüften herabstürzt, um am Fuße des Berges oder Gebirgszuges als Quelle hervorzubrechen. Der Begriff der abnorm kalten Quellen ist also dieser: sie sind für die Höhe, in welcher sie hervorkommen, zu kalt; oder, was das Sachverhältniß besser bezeichnet: sie kommen für ihre niedrige Temperatur an einer zu tiefen Stelle des Gebirges hervor." Diese Ansichten, welche in dem 1sten Bande von Hallmann's „Temperaturverhältnissen der Quellen" entwickelt sind, hat der Verfasser im 2ten Bande S. 181—183 modificirt: weil in jeder meteorologischen Quelle, möge sie auch noch so oberflächlich sein, ein Antheil der Erdwärme enthalten ist.

*) Humboldt, Asie centr. T. II. p. 58. Ueber die Gründe, welche es mehr als wahrscheinlich machen, daß der Caucasus, der zu 5/7 seiner Länge zwischen dem Kasbegk und Elburuz OSO—WNW im mittleren Parallel von 42° 50' streicht, die Fortsetzung der vulkanischen Spalte des Asferah (Aktagh) und Thian-schan sei; s. a. a. O. p. 54-61. Beide, Asferah und Thian-schan, oscilliren zwischen den Parallelen von 40°⅔ und 43°. Die große aralo-caspische Senkung, deren Flächeninhalt durch Struve nach genauen Messungen das Areal von ganz Frankreich um fast 1680 geogr. Quadratmeilen übersteigt (a. a. O. p. 309—312), halte ich für älter als die Hebungen des Altai und Thian-schan. Die Hebungsspalte der letztgenannten Gebirgskette hat sich durch die große Niederung nicht fortgepflanzt. Erst westlich von dem caspischen Meere findet man sie wieder, mit einiger Abänderung in der Richtung, als Caucasus-Kette: aber mit allen trachy[illegible] vulkanischen Erscheinungen. Dieser geogno[illegible]hang ist auch von Abich anerkannt [illegible] bestätigt werden. In einem Aufsatze über den Zusammenhang des Thian-schan mit dem Caucasus, welchen ich von diesem großen Geognosten besitze, heißt es ausdrücklich: „Die Häufigkeit und das entscheidende Vorherrschen eines über das ganze Gebiet (zwischen dem Pontus und caspischen Meere) verbreiteten Systems von parallelen Dislocations- und Erhebungs-Linien (nahe von Ost in West) führt die mittlere Achsenrichtung der großen latitudinalen central-asiatischen Massen-Erhebungen auf das bestimmteste westlich vom Kosvurt- und Bolor-Systeme zum caucasischen Isthmus hinüber. Die mittlere Streichungs-Richtung des Caucasus SO—NW ist in dem centralen Theile des Gebirges OSO—WNW, ja bisweilen völlig O—W wie der Thian-schan. Die Erhebungs-Linien, welche den Ararat mit den trachytischen Gebirgen Dzerlydagh und Kargabassar bei Erzerum verbinden, und in deren südlicher Parallele der Argäus Sepandagh und Sabalan sich an einander reihen; sind die entschiedensten Ausdrücke einer mittleren vulkanischen Achsenrichtung, d. h. des durch den Caucasus westlich verlängerten Thian-schan. Viele andere Gebirgsrichtungen von Central-Asien kehren aber auch auf diesem merkwürdigen Raume wieder, und stehen, wie überall, in Wechselwirkung zu einander, so daß sie mächtige Bergknoten und Maxima der Berg-Anschwellung bilden." Plinius (VI, 17) sagt: Persae appellavere Caucasum montem Graucasim (var. Graucasum, Groucasim, Grocasum), hoc est nive candidum; worin Bohlen die Sanskrit wörter kâs glänzen und gravan Fels zu erkennen glaubte. (Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 109.) Wenn etwa der Name Graucasus in Caucasus verstümmelt wurde, so konnte allerdings, wie Klausen in seinen Untersuchungen über die Wanderungen der Io sagt (Rheinisches Museum für Philologie Jahrg. III. 1845 S. 298), ein Name, „in welchem

äußerste Glieder des Caucasus, in Nordwest die Schlamm-Vulkane von Taman, in Südost der großen Bergkette die Naphtha-Quellen und Naphtha-Feuer von Baku und der caspischen Halbinsel Apscheron. Die Größe und den Zusammenhang dieses Phänomens hat aber erst der tiefe Kenner dieses Theils von Vorder-Asien, *Abich*, erforscht. Nach ihm sind die Schlamm-Vulkane und Naphtha-Feuer des Caucasus auf eine bestimmt zu erkennende Weise an gewisse Linien geknüpft, welche mit den *Erhebungs-Axen* und *Dislocations-Richtungen* der Gesteinschichten in unverkennbarem Verkehr stehen. Den größten Raum, von fast 240 Quadratmeilen, füllen die, in genetischem Zusammenhang stehenden Schlamm-Vulkane, Naphtha-Emanationen und Salzbrunnen im südöstlichen Theile des Caucasus aus: in einem gleichschenkligen Dreieck, dessen Basis das Littoral des caspischen Meeres bei Balachani (nördlich von Baku), und eine der Mündungen des Kur (Araxes) nahe bei den heißen Quellen von Sallian ist. Die Spitze eines solchen Dreiecks liegt bei dem Schagdagh im Hochthal von Kinalughi. Dort brechen an der Grenze einer Dolomit- und Schiefer-Formation in 7834 Fuß Höhe über dem caspischen Meere, unfern des Dorfes Kinalughi selbst, die *ewigen Feuer des Schagdah* aus, welche niemals durch meteorologische Ereignisse erstickt worden sind. Die mittlere Axe dieses Dreiecks entspricht derjenigen Richtung, welche die in Schamacha an dem Ufer des Pyrsagat so oft erlittenen Erdbeben constant zu befolgen scheinen. Wenn man die eben bezeichnete nordwestliche Richtung weiter verfolgt, so trifft sie die heißen Schwefelquellen von Akti, und wird dann die Streichungslinie des Hauptkammes des Caucasus, wo er zum Kasbegk aufsteigt und das westliche Daghestan begrenzt. Die *Salsen* der niederen Gegend, oft regelmäßig an einander gereiht, werden allmälig häufiger gegen das caspische Littoral hin zwischen Sallian, der Mündung des Pyrsagat (nahe bei der Insel Swinci) und der Halbinsel Apscheron. Sie zeigen Spuren früherer wiederholter Schlamm-Eruptionen, und tragen auf ihrem Gipfel kleine, den hornitos von Jorullo in Mexico der Gestalt nach völlig ähnliche Kegel, aus denen entzündliches und oft auch von selbst entzündetes Gas ausströmt. Beträchtliche *Flammenausbrüche* sind besonders häufig gewesen zwischen 1844 und 1849 am Oudplidagh, Nahalath und Turandagh. Dicht bei der Mündung des Pyrsagat am Schlamm-Vulkan Toprachali findet man (als Beweise einer ausnahmsweise sehr zugenommenen Intensität der unterirdschen Wärme) „schwarze Mergelstücke, die man mit dichtem Basalte und überaus feinkörnigem Dolerit-Gesteine auf den ersten Anblick verwechseln könnte." An anderen Punkten auf der Halbinsel Arscheron hat Lenz schlackenartige Stücke als Auswürflinge gefunden; und bei dem großen Flammenausbruch von Bak-

jede seiner ersten Sylben den Griechen den Gedanken des *Brennens* erregte, einen *Brandberg* bezeichnen, an den sich die Geschichte des *Feuerbrenners* (Feuerzünders, πυρχαεύς) leicht poetisch wie von selbst anknüpfte." Es ist nicht zu laugnen, daß Mythen bisweilen durch Namen veranlaßt werden; aber die Entstehung eines so großen und wichtigen Mythos, wie der typhonisch-caucasische, kann doch wohl nicht aus der zufälligen Klangähnlichkeit in einem mißverstandenen Gebirgsnamen herzuleiten sein. Es giebt bessere Argumente, deren auch Klausen eines erwähnt. Aus der sachlichen Zusammenstellung von *Typhon* und *Caucasus*, und durch das ausdrückliche Zeugniß des *Pherecydes von Syros* (zur Zeit der 58. Olympiade) erhellt, daß das *östliche Weltende* für ein *vulkanisches Gebirge* galt. Nach einer der Scholien zum Apollonius (Scholia in Apoll. Rhod. ed. Schaefferi 1813 v. 1210 p. 524) sagt Pherecydes in der *Theogonie*: „daß Typhon, verfolgt, zum Caucasus floh und daß dort der Berg brannte (oder in Brand gerieth); daß Typhon von da nach Italien flüchtete, wo die Insel Pithecusa um ihn herumgeworfen (gleichsam heumgegossen) wurde." Die Insel Pithecusa ist aber die Insel Aenaria (jetzt Ischia), auf welcher der Epomeus (Epopon) nach Julius Obsequens 95 Jahre vor unserer Zeitrechnung, dann unter Titus, unter Diocletian und zuletzt, nach der genauen Nachricht des Tolomeo Fiadoni von Lucca, zu derselben Zeit Priors von Santa Maria Novella, im Jahre 1302 Feuer und Laven auswarf. „Es ist seltsam," schreibt mir der tiefe Kenner des Alterthums, Böckh, „daß Pherecydes den Typhon vom Caucasus fliehen läßt, weil er brannte, da er selbst der Urheber der Erdbrände ist; daß aber sein Aufenthalt im Caucasus auf der Vorstellung vulkanischer Eruptionen daselbst beruht, scheint auch mir unläugbar." Apollonius der Rhodier, wo er (Apollon. Rhod. Argon. lib. II. v. 1212—1217 ed. Beck) von der Geburt des colchischen Drachen spricht, versetzt ebenfalls in den Caucasus den *Fels des Typhon*, an welchem dieser von dem Blitze des Kroniden Zeus getroffen wurde. — Mögen immer die Lavaströme und Kraterseen des Hochlandes Kely, die Eruptionen des Ararat und Elburuz, oder die Obsidian- und Bimsstein-Ströme aus den alten Kratern des Riotandagh in eine vor-historische Zeit fallen, so können doch die vielen hundert Flammen, welche noch heute im Caucasus auf Bergen von sieben- bis achttausend Fuß Höhe wie auf weiten Ebenen in Erdspalten ausbrechen, Grund genug gewesen sein, um das ganze caucasische Gebirgsland für einen *typhonischen Sitz des Feuers* zu halten.

lichli (7. Febr. 1839) wurden durch die Winde kleine hohle Kugeln, gleich der sogenannten **Asche** der eigentlichen Vulkane, weit fortgeführt.*)

In dem nordwestlichsten Ende gegen den cimmerischen Bosporus hin liegen die Schlamm-Vulkane der Halbinsel **Taman**, welche mit denen von Aklanisowka und Jenikale bei Kertsch Eine Gruppe bilden. Eine der **Salsen** von Taman hat am 27. Februar 1793 einen Schlamm- und Gas-Ausbruch gehabt, in dem nach vielem unterirdischem Getöse eine in schwarzen Rauch (dichten Wasserdampf?) halb gehüllte Feuersäule von mehreren hundert Fußen Höhe aufstieg. Merkwürdig und für die Natur der Volcancitos de Turbaco lehrreich ist die Erscheinung, daß das von Friedrich Parrot und Engelhardt 1811 geprüfte Gas von Taman **nicht entzündlich** war: während das an demselben Orte 23 Jahre später von Göbel aufgefangene Gas aus der Mündung einer Gasröhre mit einer bläulichen Flamme wie alle Ausströmungen der **Salsen** im südöstlichen Caucasus brannte, aber auch, genau analysirt, in 100 Theilen 92,8 Kohlen-Wasserstoff und 5 Theile Kohlen-Oxydgas enthielt. †)

Eine stoffartig verschiedene, aber ihrer Entstehung nach gewiß verwandte Erscheinung sind in der toscanischen **Maremma** die heißen, **borsauren Dampf-Eruptionen**, bekannt unter dem Namen der lagoni, fummarole, soffioni, auch volcani: bei Possara, Castel novo und Monte Cerboli. Die Dämpfe haben im Mittel eine Temperatur von 96° bis 100°, nach Pella an einigen Punkten bis 175°. Sie steigen theils unmittelbar aus Gesteinspalten, theils aus Pfützen auf, in denen sie aus flüssigem Thon kleine Kegel aufwerfen. Man sieht sie in weißlichen Wirbeln sich in der Luft vertheilen. Die Borsäure, welche die Wasserdämpfe aus dem Schooß der Erde heraufbringen, kann man nicht erhalten, wenn man in sehr weiten und langen Röhren die Dämpfe der Soffioni verdichtet; es zerstreut sich dieselbe wegen ihrer Flüchtigkeit in der Atmosphäre. Die Säure wird nur gewonnen in den schönen technischen Anstalten des Grafen Larderel, wenn die Mündungen der Soffioni unmittelbar von der Flüssigkeit der Bassins bedeckt werden. ‡) Nach Payen's vortrefflicher Analyse enthalten die gasförmigen Ausströmungen 0,57 Kohlensäure, 0,35 Stickstoff, nur 0,07 Sauerstoff und 0,001 Schwefelsäure. Wo die borsauren Dämpfe die Spalten des Gesteins durchdringen, setzen sie Schwefel ab. Nach Sir Roderick Murchison's Untersuchungen ist das Gestein theils kreideartig, theils eine nummulit-haltige Eocen-Formation: ein macigno, welchen der in der Umgegend (bei Monte Rotondo) sichtbare und gehobene Serpentin ||) durchbricht. Sollten, fragt Bischof, hier und im Krater von Vulcano nicht in großer Tiefe heiße Wasserdämpfe auf borsaure Mineralien, auf datolith-, axinit- oder turmalin-reiche Gebirgsarten §) zersetzend wirken?

*) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 511 und 513. Ich habe schon darauf aufmerksam gemacht, (T. II. p. 201), daß Edrisi der Feuer von Baku nicht erwähnt: da sie doch schon 200 Jahre früher, im 10ten Jahrhundert, Maßudi Cotbeddin weitläufig als ein **Nefala-Land** beschreibt, d. h. reich an brennenden Naphtha-Brunnen. (Vergl. Frähn, Ibn Foszlan p. 245, und über die Etymologie des **medischen** Wortes Naphtha Asiat. Journal Vol. XIII. p. 124.)

†) Vergl. Moritz von Engelhardt und Friedrich Parrot, [illegible] in die Krym und den Kaukasus 1815 Th. [illegible] Göbel, Reise in die Steppen des süd[illegible] 1838 Th. I. S. 249—253, Th. II. S. [illegible]

‡) [illegible] [illegible]orique des Suffioni de la To[illegible] [illegible] de Chimie et de Physique, [illegible] 258; Bischof, chem. und [illegible] 669—691; Etablissements [illegible]ique en Toscane par le [illegible] [illegible] [illegible]neralogie Bd. XIII. 1839 S. 19.) Targioni Tozzetti behauptet nach älteren, aber glaubwürdigen Traditionen, daß einige dieser den Ausbruchsort immerdar verändernden Borsäure-Quellen einst bei Nacht seien leuchtend (entzündet) gesehen worden. Um das geognostische Interesse für die Betrachtungen von Murchison und Pareto über die vulkanischen Beziehungen der **Serpentin-Formation** in Italien zu erhöhen, erinnere ich hier daran, daß die seit mehreren tausend Jahren brennende Flamme der kleinasiatischen **Chimära** (bei der Stadt Deliktasch, dem alten Phaselis, in Lycien, an der Westküste des Golfs von Adalia) ebenfalls aus einem Hügel am Abhange des Solimandagh aufsteigt, in welchem man anstehenden **Serpentin** und Blöcke von **Kalkstein** gefunden hat. Etwas südlicher, auf der kleinen Insel Grambusa, sieht man den Kalkstein auf dunkelfarbigen Serpentin aufgelagert. S. die inhaltreiche Schrift des Admiral **Beaufort**, Survey of the coasts of Karamania 1818 p. 40 und 48; deren Angaben durch die so eben (Mai 1854) von einem sehr begabten Künstler, Albrecht **Berg**, heimgebrachten Gebirgsarten [illegible] [illegible] bestätigt werden. (Pierre de Tchihatcheff, [illegible] 1853 T. I. p. 407.)

§) [illegible] a. a. O. S. 682.

Das Soffionen-System von **Island** übertrifft an Viel- und Großartigkeit der Erscheinungen alles, was wir auf dem Continente kennen. Wirkliche Schlammquellen brechen in dem Fumarolen-Felde von Krisuvek und Reykjalidh aus einem blaugrauen Thone, aus kleinen Becken mit kraterförmigen Rändern hervor*.) Die Quellenspalten lassen sich auch hier nach bestimmten **Richtungen** verfolgen.†) Ueber keinen Theil der Erde, wo heiße Quellen, Salsen und Gas-Eruption sich finden, besitzen wir jetzt so vortreffliche und ausführliche chemische Untersuchungen als über Island durch den Scharfsinn und die ausdauernden Bemühungen von **Bunsen**. Nirgends wohl ist in einer großen Länderstrecke, und der Oberfläche wahrscheinlich sehr nahe, ein solches verschiedenartiges Spiel chemischer Zersetzung, Umwandlung und neuer Bildung zu belauschen.

Von Island auf den nahen amerikanischen Continent übergehend, finden wir im Staate New-York in der Umgegend von Fredonia, unfern des Erie-Sees, in einem Becken von devonischen Sandstein-Schichten, eine Unzahl von Brenngas-Quellen (Quellen von gekohltem Wasserstoffgas), auf Erdspalten ausbrechend und zum Theil zur Erleuchtung benutzt; andere Brenngas-Quellen, bei Rushville, nehmen die Form von Schlammkegeln an; noch andere: im Ohio-Thale, in Virginien und am Kentucky River, enthalten zugleich Kochsalz und hangen dann mit schwachen Naphtha-Quellen zusammen. Jenseits des antillischen Meerbusens aber, an der Nordküste von Südamerika, 2½ Meile in Süd-Süd-Ost von dem Hafen Cartagena de Indias, bietet bei dem anmuthigen Dorfe Turbaco eine merkwürdige Gruppe von **Salsen** oder Schlamm-Vulkanen Erscheinungen dar, die ich zuerst habe beschreiben können. In der Umgegend von **Turbaco**, wo man eine herrliche Ansicht der colossalen Schneeberge (Sierras Nevadas) von Santa Marta genießt, erheben sich an einem öden Platze mitten im Urwalde die Volcancitos, 18 bis 20 an der Zahl. Die größten der Kegel, von schwarzgrauem Letten, haben 18 bis 22 Fuß Höhe, und wohl 80 Fuß Durchmesser an der Basis. Auf der Spitze jedes Kegels ist eine zirkelrunde Oeffnung von 20 bis 28 Zoll Durchmesser, von einer kleinen Schlamm-Mauer umgeben. Das Gas steigt empor mit großer Heftigkeit, wie bei Taman; in Blasen, deren jede, nach meiner Messung in graduirten Gefäßen, 10—12 Cubikzoll enthält. Der obere Theil des Trichters ist mit Wasser gefüllt, das auf einer dichten Schlammdecke ruht. Benachbarte Kegel haben nicht gleichzeitige Auswürfe, aber in jedem einzelnen war eine gewisse Regelmäßigkeit in den Epochen der Auswürfe zu bemerken. Wir zählten, Bonpland und ich, an den äußersten Theilen der Gruppe stehend, ziemlich regelmäßig 5 Ausbrüche in je 2 Minuten. Wenn man sich über die kleine Krater-Oeffnung hinbeugt, so vernimmt man meist 20 Secunden **vor** jedem Ausbruch ein dumpfes Getöse im Inneren der Erde, tief unter der Grundfläche des Kegels. In dem aufgestiegenen, zweimal mit vieler Vorsicht gesammelten Gas **verlosch** augenblicklich eine **brennende, sehr dünne Wachskerze**, eben so ein glimmender Holzspan von Bombax Ceiba. Das Gas war nicht zu entzünden. Kalkwasser wurde durch dasselbe nicht getrübt, es fand keine Absorption statt. Durch nitröses Gas auf Sauerstoff geprüft, zeigte dieses Gas in einem Versuch keine Spur des letzteren; in einem andern Versuche, wo das Gas der Volcancitos viele Stunden in eine kleine Glasglocke mit Wasser gesperrt worden war, zeigte es etwas über ein Hunderttheil Sauerstoff, das sich wahrscheinlich, aus dem Wasser entwickelt, zufällig beigemischt hatte.

Nach diesen Ergebnissen der Analyse erklärte ich damals, und wohl nicht ganz mit Unrecht, das Gas der Volcancitos von Turbaco für Stickstoffgas, das mit einer kleinen Menge von Wasserstoffgas gemischt sein könnte. Ich drückte zugleich in meinem Tagebuche das Bedauern aus, daß man bei dem damaligen Zustande der Chemie (im April 1801) kein Mittel kenne, in einem Gemenge von Stickstoff- und Wasserstoffgas das Ver-

*) **Sartorius von Waltershausen**, physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 123; **Bunsen** „über die Processe der vulkanischen Gesteinsbildungen Islands" in **Poggendorff's** Annalen Bd. 83 S. 257.

†) **Waltershausen** a. a. O. S. 118.

hältniß der Mischung numerisch zu bestimmen. Dieses Mittel, bei dessen Anwendung drei Tausendtheile Wasserstoffs in einem Luftgemisch erkannt werden können, wurde von Gay-Lussac und mir erst 4 Jahre später aufgefunden. *) In dem halben Jahrhundert, das seit meinem Aufenthalte in Turbaco und meiner astronomischen Aufnahme des Magdalenenstromes verflossen ist, hat kein Reisender sich wissenschaftlich mit den eben beschriebenen kleinen Schlamm-Vulkanen beschäftigt, bis am Ende des Decembers 1850 mein, der neueren Geognosie und Chemie kundiger Freund, Joaquin Acosta †), die merkwürdige Beobachtung machte: daß gegenwärtig (wovon zu meiner Zeit keine Spur vorhanden war) „die Kegel einen bituminösen Geruch verbreiten; daß etwas Erdöl auf der Wasserfläche der kleinen Oeffnungen schwimmt, und daß man auf jedem der Schlammhügel von Turbaco das ausströmende Gas entzünden kann." Deutet dies, fragt Acosta, auf eine durch innere Processe hervorgebrachte Veränderung des Phänomens, oder ganz einfach auf einen Irrthum in den früheren Versuchen? Ich würde diesen frei eingestehen, wenn ich nicht das Blatt des Tagebuchs aufbewahrt hätte, auf welchem die Versuche an demselben Morgen, an dem sie angestellt wurden, umständlich ‡) aufgezeichnet worden sind. Ich finde

---

*) Humboldt et Gay-Lussac, Mém. sur l'analyse de l'air atmosphérique im Journal de Physique, par Lamétherie T. LX. an 13 p. 151 (vergl. meine Kleineren Schriften Bd. I. S. 346).

†) "C'est avec émotion que je viens de visiter un lieu que vous avez fait connaître il y a cinquante ans. L'aspect des petits Volcans de Turbaco est tel que vous l'avez décrit: c'est le même luxe de la végétation, le même nombre et la même forme des cônes d'argile, la même éjection de matière liquide et boueuse; rien n'est changé, si ce n'est la nature du gaz qui se dégage. J'avais avec moi, d'après les conseils de notre ami commun, Mr. Boussingault, tout ce qu'il fallait pour l'analyse chimique des émanations gazeuses, même pour faire un mélange frigorifique dans le but de condenser la vapeur d'eau, puisqu'on m'avait exprimé le doute, qu'avec cette vapeur on avait pu confondre l'azote. Mais cet appareil n'a été aucunement nécessaire. Dès mon arrivée aux *Volcancitos* l'odeur prononcée de bitume m'a mis sur la voie, et j'ai commencé par allumer le gaz sur l'orifice même de chaque petit cratère. On aperçoit même aujourd'hui à la surface du liquide qui s'élève par intermittence, une mince pellicule de pétrole. Le gaz recueilli *brûle tout entier,* sans résidu d'azote (?) et sans déposer du *soufre* (au contact de l'atmosphère). Ainsi la *nature du phénomène a complètement changé depuis votre voyage, à moins d'admettre une erreur d'observation,* justifiée par l'état moins avancé de la chimie expérimentale à cette époque. Je ne doute plus maintenant que la grande éruption de *Galera Zamba,* qui a éclairé le pays dans un rayon de cent kilomètres, ne soit un *phénomène de Salse*, développé sur une grande échelle, puisqu'il y existe des centaines de petits cônes, vomissant de l'argile salée, sur une surface de plus de 100 lieues carrées. — Je me propose d'examiner les produits gazeux des cônes de Tubarà, qui sont les Salses les plus éloignées de vos *Volcancitos* de Turbaco. D'après les manifestations si puissantes qui ont fait disparaître une partie de la péninsule de Galera Zamba, devenue une île, et après l'apparition d'une nouvelle île, soulevée du fond de la mer voisine en 1848 et disparue de nouveau, je suis porté à croire que c'est près de Galera Zamba, à l'ouest du Delta du Rio Magdalena, que se trouve le principal foyer du phénomène des Salses de la Province de Carthagène." ([illegible] Briefe des Obristen Acosta an A. v. H., [illegible] Decbr. 1850.) — Vergl. auch Mos[illegible] sobre la Nueva Granada 1852 p. 73; und Lionel Gisborne, the Isthmus of Darien p. 48.

‡) Ich habe auf meiner ganzen amerikanischen Expedition streng den Rath Vauquelin's befolgt, unter dem ich einige Zeit vor meinen Reisen gearbeitet: das Detail jedes Versuchs an demselben Tage nieder zu schreiben und aufzubewahren. Aus meinen Tagebüchern vom 17. und 18. April 1801 schreibe ich hier folgendes ab: „Da demnach das Gas nach Versuchen mit Phosphor und nitrösem Gas kaum 0,01 Sauerstoff, mit Kalkwasser nicht 0,02 Kohlensäure zeigte, so frage ich mich, was die übrigen 97 Hunderttheile sind. Ich vermuthete zuerst, Kohlen- und Schwefel-Wasserstoff; aber im Contact mit der Atmosphäre setzt sich an die kleinen Kraterränder kein Schwefel ab, auch war kein Geruch von geschwefeltem Wasserstoffgas zu spüren. Der problematische Theil könnte scheinen reiner Stickstoff zu sein, da, wie oben erwähnt, eine **brennende Kerze nicht entzündete;** aber ich weiß aus der Zeit meiner Analysen der Grubenwetter, daß ein von aller Kohlensäure freies, leichtes Wasserstoffgas, welches bloß an der Firste eines Stollens stand, sich auch nicht entzündete, sondern das Grubenlicht verlöschte, während letzteres an tiefen Punkten hell brannte, wo die Luft beträchtlich mit Stickgas gemengt war. Der Rückstand von dem Gas der Volcancitos ist also wohl **Stickgas mit einem Antheil von Wasserstoffgas** zu nennen: einem Antheil, den wir bis jetzt nicht quantitativ anzugeben wissen. Sollte unter den Volcancitos derselbe Kohlenschiefer liegen, den ich westlicher am Rio Sinu gesehen, oder Mergel und Alaunerde? Sollte atmosphärische Luft in, durch Wasser gebildete Höhlungen auf engen Klüften eindringen und sich im Contact mit schwarzgrauem Letten zersetzen, wie in den **Sinkwerken** im **Salzthon** von Hallein und Berchtholdsgaden, wo die Weitungen sich mit lichtverlöschenden Gasen füllen? oder verhindern die **gespannt, elastisch** ausströmenden Gas-Arten das Eindringen der atmosphärischen Luft?" Diese Fragen schrieb ich nieder in Turbaco vor 53 Jahren. Nach den neuesten Beobachtungen von Herrn Vauvert de Méan (1854) hat sich die Entzündlichkeit der ausströmenden Luftart vollkommen erhalten. Der Reisende hat Proben des Wassers mitgebracht, welches die kleine Krater-Oeffnung der Volcancitos erfüllt. In demselben hat Boussingault Kochsalz 6gr,59 auf ein Litre; kohlensaures Natron 0,31; schwefelsaures Natron 0,20; auch Spuren von borsaurem Natron und Jod gefunden. In dem niedergefallenen Schlamme erkannte Ehrenberg in genauer microscopischer Untersuchung keine Kalktheile, nichts Verschlacktes; aber Quarzkörner, mit Glimmer-Blättchen gemengt, und viele kleine Krystall-

nichts darin, was mich heute zweifelhaft machen könnte; und die schon oben berührte Erfahrung, daß (nach **Parrot's** Berichte) „das Gas der Schlamm-Vulkane der Halbinsel Taman 1811 die Eigenschaft hatte das Brennen zu verhindern, indem ein glimmender Span in dem Gas erlosch, ja die aufsteigenden, einen Fuß dicken Blasen im Platzen nicht entzündet werden konnten": während 1834 **Göbel** an demselben Orte das leicht anzuzündende Gas mit heller bläulicher Flamme brennen sah; läßt mich glauben, daß in verschiedenen Stadien die Ausströmungen chemische Veränderungen erleiden. Mitscherlich hat ganz neuerlich auf meine Bitte die Grenze der Entzündbarkeit künstlich bereiteter Mischungen von Stick- und Wasserstoffgas bestimmt. Es ergab sich, daß Gemenge von 1 Theil Wasserstoffgas und 3 Theilen Stickstoffgas sich nicht blos durch ein Licht entzündeten, sondern auch fortfuhren zu brennen. Vermehrte man das Stickstoffgas, so daß das Gemenge aus 1 Theil Wasserstoffgas und 3½ Theilen Stickstoffgas bestand: so erfolgte zwar noch Entzündung, aber das Gemenge fuhr nicht fort zu brennen. **Nur bei einem Gemenge von 1 Theil Wasserstoffgas und 4 Theilen Stickstoffgas fand gar keine Entzündung mehr statt.** Die Gas-Ausströmungen, welche man ihrer leichten Entzündbarkeit und ihrer Lichtfarbe wegen Ausströmungen von reinem und gekohltem Wasserstoff zu nennen pflegt, brauchen also quantitativ nur dem dritten Theile nach aus einer der zuletzt genannten Gas-Arten zu bestehen. Bei den seltener vorkommenden Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff würde, wegen der Wärme-Capacität der ersteren, die Grenze der Entzündbarkeit noch anders ausfallen. Acosta wirft mit Recht die Frage auf: „ob eine unter den Eingeborenen von Turbaco, Abkömmlingen der Indios de Taruaco, fortgepflanzte Tradition, nach der die Volcancitos einst alle brannten, und durch **Besprechung** und Besprengen mit Weihwasser von einem frommen Mönche*) aus Volcanes de fuego in Volcanes de agua umgewandelt wären; sich nicht auf einen Zustand beziehe, der jetzt wiedergekehrt ist." Einmalige große Flammen-Eruptionen von, vor- und nachher sehr friedlichen Schlamm-Vulkanen (Taman 1793; am caspischen Meere bei Jokmali 1827 und bei Baklichli 1839; bei Kuschtschy 1846, ebenfalls im Caucasus) bieten analoge Beispiele dar.

Das, so kleinlich scheinende Phänomen der **Salsen von Turbaco** hat an geologischem Interesse gewonnen durch den mächtigen **Flammenausbruch** und die Erdumwälzung, welche 1839, über 8 geographische Meilen in NNO von Cartagena de Indias, sich zwischen diesem Hafen und dem von Sabanilla, unfern der Mündung des großen Magdalenenstromes, zugetragen haben. Der eigentliche Centralpunkt des Phänomens war das 1½ bis 2 Meilen lang in das Meer als schmale Halbinsel hervortretende **Cap Galera Zamba.** Auch die Kenntniß dieses Ereignisses verdankt man dem Artillerie-Oberst Acosta: der leider durch einen frühen Tod den Wissenschaften entrissen wurde. In der Mitte der Landzunge stand ein conischer Hügel, aus dessen Krater-Oeffnung bisweilen Rauch (Dämpfe) und Gas-Arten mit solcher Heftigkeit ausströmten, daß Bretter und große Holzstücke, die man hineinwarf, weit weggeschleudert wurden. Im Jahre 1839 verschwand der Kegel bei einem beträchtlichen Feuerausbruch, und die ganze Halbinsel Galera Zamba ward zur Insel, durch einen Canal von 30 Fuß Tiefe vom Continent getrennt. In diesem friedlichen Zustande blieb die Meeresfläche: bis, an der Stelle des

---

Prismen schwarzen Augits, wie er oft in vulkanischem Tuff vorkommt: keine Spur von Spongiolithen oder polygastrischen Infusorien, nichts, was die Nähe des Meeres andeutete; dagegen aber viele Reste von Dicotyledonen, von Gräsern und Sporangien der Lichenen, an die Bestandtheile der Moya von Pelileo erinnernd. Während Ch. Sainte-Claire Deville und Georg Bornemann in ihren schönen Analysen der Macalubs di Terrapilata in dem ausgestoßenen Gas 0,99 gekohltes Wasserstoffgas fanden, gab ihnen das Gas, welches in der Agua Santa di Limosina bei Catanea aufsteigt, wie einst Turbaco, 0,98 Stickgas, ohne Spur von Sauerstoff. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. 43 1856 p 361 und 366.)

*) **Humboldt**, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique Pl. XLI p 239. Die schöne Zeichnung der Volcancitos de Turbaco, nach welcher die Kupfertafel gestochen wurde, ist von der Hand meines damaligen jungen Reisegefährten, Louis de Rieux. — Ueber das alte Taruaco in der ersten Zeit der spanischen Conquista s. **Herrera**, Dec. I. p. 251.

früheren Durchbruchs, am 7. October 1848, ohne alle in der Umgegend fühlbare Erderschütterung, ein zweiter furchtbarer Flammenausbruch *) erschien, der mehrere Tage dauerte und in 10 bis 12 Meilen Entfernung sichtbar war. Nur Gas-Arten, nicht materielle Theile, warf die Salse aus. Als die Flammen verschwunden waren, fand man den Meeresboden zu einer kleinen Sandinsel gehoben, die aber nach kurzer Zeit wiederum verschwand. Mehr als 50 Volcancitos (Kegel, denen von Turbaco ähnlich) umgeben jetzt bis in eine Entfernung von 4 bis 5 Meilen den unterseeischen Gas-Vulkan der Galera Zamba. Man darf ihn in geologischer Hinsicht wohl als den Hauptsitz der vulkanischen Thätigkeit betrachten, welche sich in der ganzen Niederung von Turbaco bis über das Delta des Rio grande de la Magdalena hin mit der Atmosphäre in Contact zu setzen strebt.

Die Gleichheit der Erscheinungen, welche, in den verschiedenen Stadien ihrer Wirksamkeit, die Salsen, Schlamm-Vulkane und Gas-Quellen auf der italiänischen Halbinsel, im Caucasus und in Südamerika darbieten; offenbart sich in ungeheuren Länderstrecken im chinesischen Reiche. Die Kunst des Menschen hat seit den ältesten Zeiten dort diesen Schatz zu benutzen gewußt, ja zu der sinnreichen, den Europäern spät erst bekannt gewordenen Erfindung des chinesischen Seilbohrens geleitet. Mehrere tausend Fuß tiefe Bohrlöcher werden durch die einfachste Anwendung der Menschenkraft oder vielmehr des Gewichts des Menschen niedergebracht. Ich habe an einem anderen Orte †) von dieser Erfindung umständlich gehandelt; wie von den Feuerbrunnen, Ho-tsing, und feurigen Bergen, Ho-schan, des östlichen Asiens. Man bohrt zugleich auf Wasser, auf Salzsole und Brenngas: von den südwestlichen Provinzen Yun-nan, Kuang-si und Szu-tschuan an der Grenze von Tibet an bis zur nördlichen Provinz Schan-si. Das Brenngas verbreitet bei röthlicher Flamme oft einen bituminösen Geruch; es wird theils in tragbaren, theils in liegenden Bambusröhren in entfernte Orte: zum Salzsieden, zur Erwärmung der Häuser oder zur Straßenerleuchtung, geleitet. In seltenen Fällen ist der Zufluß von gekohltem Wasserstoffgas plötzlich erschöpft oder durch Erdbeben gehemmt worden. So weiß man, daß ein berühmter Ho-tsing südwestlich von der Stadt Khiung-tscheu (Br. 30° 27′, Länge 101° 6′ Ost), welcher ein mit Geräusch brennender Salzbrunnen war, im 13ten Jahrhundert erloschen ist, nachdem er seit dem 2ten Jahrhundert unsrer Zeitrechnung die Umgegend erleuchtet hatte. In der, an Steinkohlen sehr reichen Provinz Schan-si finden sich einige entzündete Steinkohlen-Flöze. Die feurigen Berge (Ho-schan) sind über einen großen Theil von China verbreitet. Die Flammen steigen oft: z. B. in der Felsmasse des Py-kia-schan, am Fuß eines mit ewigem Schnee bedeckten Gebirges (Br. 31° 40′); in großen Höhen aus langen, offenen, unzugänglichen Spalten auf: ein Phänomen, welches an die ewigen Feuer des Schagdagh-Gebirges im Caucasus erinnert.

Auf der Insel Java giebt es in der Provinz Samarang, etwa drei Meilen von der nördlichen Küste entfernt, Salsen, welche denen von Turbaco und Galera Zamba ähnlich sind. Sehr veränderliche Hügel von 25 bis 30 Fuß Höhe werfen Schlamm, Salzwasser und ein seltenes Gemisch von Wasserstoffgas und Kohlensäure aus ‡): eine Erscheinung,

*) Lettre de Mr. Joaquin Acosta à Mr. Elie de Beaumont in den Comptes rendus de l'Académie des Sc. T. XXIX. 1849 p. 530—534.

†) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 519—540: meist nach Auszügen aus chinesischen Werken von Klaproth und Stanislas Julien. Das alte chinesische Seilbohren, welches in den Jahren 1830—1842 mehrfach und bisweilen mit Vortheil in Steinkohlen-Gruben in Belgien und Deutschland angewandt worden ist, war (wie Jobard aufgefunden) schon im 17ten Jahrhundert in der Relation de l'Ambassadeur hollandais van Hoorn beschrieben worden; aber die genaueste Nachricht von dieser Bohrmethode der Feuerbrunnen (Ho-tsing) hat der französische Missionar Imbert gegeben, der so viele Jahre in Kia-ting-fu residirt hat (s. Annales de l'Association de la Propagation de la Foy 1829 p. 369—381).

‡) Nach Diard, Asie centr. T. II. p. 515. Außer den Schlamm-Vulkanen bei Damak und Surabaya giebt es auf anderen Inseln des indischen Archipels noch die Schlamm-Vulkane von Pulu-Semao, Pulu-Kambing und Pulu-Roti; s. Junghuhn, Java, seine Gestalt und Pflanzendecke, 1852 Abth. III. S. 830.

die nicht mit den großen und verheerenden Schlammströmen zu verwechseln ist, welche bei den seltenen Eruptionen der colossalen wirklichen Vulkane Java's (Gunung Kelut und Gunung Idjen) sich ergießen. Sehr berühmt sind noch auf Java, besonders durch Uebertreibungen in der Darstellung einiger Reisenden, wie durch die, schon von Sykes und Loudon gerügte Anknüpfung an die Mythe vom Giftbaum Upas, einige Stickgrotten oder Quellen von kohlensaurem Gas. Die merkwürdigste der 6 von Junghuhn wissenschaftlich beschriebenen ist das sogenannte Todtenthal der Insel (Pakaraman), im Gebirge Diëng, nahe bei Batur. Es ist ein trichterförmiger Einsturz an einem Berggehänge, eine Vertiefung, in welcher die Schicht der ausströmenden Kohlensäure zu verschiedenen Jahreszeiten eine sehr verschiedene Höhe erreicht. Man findet darin oft Skelette von wilden Schweinen, Tigern und Vögeln.*) Der Giftbaum, pohon (besser pûhn) ûpas der Malayen (Antaris toxicaria des Reisenden Leschenault de la Tour), ist mit seinen unschädlichen Ausdünstungen jenen tödtlichen Wirkungen ganz fremd.†)

Ich schließe diesen Abschnitt von den Salsen, Dampf- und Gas-Quellen mit der Beschreibung eines Ausbruchs von heißen Schwefeldämpfen, die wegen der Gebirgsart, aus welcher sie sich entwickeln, das Interesse der Geognosten auf sich ziehen können. Bei dem genußreichen, aber etwas anstrengenden Uebergange über die Central-Cordillere von Quindiu (ich brauchte 14 bis 15 Tage, zu Fuß, und ununterbrochen in freier Luft schlafend, um über den Gebirgskamm von 10788 Fuß aus dem Thale des Rio Magdalena in das Cauca-Thal zu gelangen) besuchte ich in der Höhe von 6300 Fuß den Azufral westlich von der Station el Moral. In einem etwas dunkel gefärbten Glimmerschiefer, der, auf einen granathaltenden Gneiß aufgesetzt, sammt diesem die hohe Granitkuppe von la Ceja und la Garita del Paramo umlagert, sah ich in dem engen Thale (Quebrada del Azufral) warme Schwefeldämpfe aus den Gesteinklüften ausströmen. Da sie mit Schwefel-Wasserstoffgas und vieler Kohlensäure gemischt sind, so fühlt man einen betäubenden Schwindel, wenn man sich niederbeugt, um die Temperatur zu messen, und länger in ihrer Nähe verweilt. Die Temperatur der Schwefeldämpfe war 47°,6; die der Luft 20°,6; die des Schwefel-Bächleins, das vielleicht im oberen Laufe durch die Schneewasser des Vulkans von Tolima erkaltet ist, 29°,2. Der Glimmerschiefer, welcher etwas Schwefelkies enthält, ist von vielen Schwefeltrümmern durchsetzt. Der zum Verkauf zubereitete Schwefel wird großentheils aus einem mit natürlichem Schwefel und verwittertem Glimmerschiefer gemengten, ochergelben Letten gewonnen. Die Arbeiter (Mestizen) leiden dabei an Augenübeln und an Muskellähmung. Als 30 Jahre nach mir (1831) Boussingault den Azufral de Quindiu besuchte, hatte die Temperatur der Dämpfe, die er chemisch analysirte‡), so abgenommen, daß sie unter die der freien Luft (22°), nämlich auf 19°—20°, fiel. Derselbe vortreffliche Beobachter sah in der Quebrada de aguas calientes das Trachyt-Gestein des nahen Vulkans von Tolima den Glimmerschiefer durchbrechen: wie ich sehr deutlich, eben so eruptiv, den schwarzen Trachyt des Vulkans Tunguragua bei der Seilbrücke von Penipe einen granathaltenden grünlichen Glimmerschiefer habe bedecken sehen. Da man bisher in Europa Schwefel nicht in den ehemals sogenannten primitiven Gebirgsarten, sondern nur im Tertiär-Kalk, in

*) Junghuhn a. a. O. Abth. I. S. 201, Abth. III. S. 854—858. Die schwächeren Hundsgrotten auf Java sind Gua-Upas und Gua-Galan (das erstere Wort ist das Sanskritwort guhâ Höhle). Da es wohl keinem Zweifel unterworfen sein kann, daß die Grotta del Cane in der Nähe des Lago di Agnano dieselbe ist, welche Plinius (II. cap. 93) vor fast 18 Jahrhunderten "in agro Puteolano" als "Charonea scrobis mortiferum spiritum exhalans" beschrieben hat; so muß man allerdings mit Scacchi (Memorie geol. sulla Campania 1849 p. 48) verwundert sein, daß in einem von dem Erdbeben so oft bewegten, lockeren Boden ein so kleinliches Phänomen (die Zuleitung einer geringen Menge von kohlensaurem Gas) hat unverändert und ungestört bleiben können.

†) Blume, Rumphia sive Commentationes botanicae T. I. (1835) p. 47—59.

‡) Humboldt, Essai géognostique sur le gisement des Roches dans les deux Hémisphères 1823 p. 76; Boussingault in den Annales de Chimie et de Physique T. LII. 1833 p. 11.

Gyps, in Conglomeraten und ächt vulkanischem Gestein gefunden hat; so ist das Vorkommen im Azufral de Quindiu (nördl. Br. 4°½) um so merkwürdiger, als es sich südlich vom Aequator zwischen Quito und Cuenca, am nördlichen Abfall des Paramo del Assuay, wiederholt. In dem Azufral des Cerro Cuello (südl. Br. 2° 13′) habe ich, wiederum im Glimmerschiefer, in 7488 Fuß Höhe ein mächtiges Quarzlager*) angetroffen, in welchem der Schwefel nesterweise reichlich eingesprengt ist. Zur Zeit meiner Reise waren die Schwefelstücke nur von 6—8 Zoll Größe; früher fand man sie bis 3—4 Fuß Durchmesser. Selbst eine Naphtha-Quelle entspringt sichtbar aus Glimmerschiefer in dem Meeresboden im Golf von Cariaco bei Cumana. Die Naphtha färbt dort einen Theil der Oberfläche des Meeres auf mehr als tausend Fuß Länge gelb, und ihren Geruch fand ich verbreitet bis in das Innere der Halbinsel Araya.†)

Wenn wir nun einen letzten Blick auf die Art vulkanischer Thätigkeit werfen, welche sich durch Hervorbringen von Dämpfen und Gas-Arten, bald mit, bald ohne Feuer-Erscheinungen, offenbart; so finden wir darin bald große Verwandtschaft, bald auffallende Verschiedenheit der aus den Erdspalten ausbrechenden Stoffe: je nachdem die hohe Temperatur des Inneren, das Spiel der Affinitäten modificirend, auf gleichartige oder sehr zusammengesetzte Materien gewirkt hat. Die Stoffe, welche bei diesem geringeren Grade vulkanischer Thätigkeit an die Oberfläche getrieben werden, sind: Wasserdampf in großem Maaße, Chlor-Natrium, Schwefel, gekohlter und geschwefelter Wasserstoff, Kohlensäure und Stickstoff; Naphtha (farblos, gelblich oder als braunes Erdöl); Borsäure und Thonerde der Schlamm-Vulkane. Die große Verschiedenheit dieser Stoffe, von denen jedoch einige (Kochsalz, Schwefel-Wasserstoffgas und Erdöl) sich fast immer begleiten, bezeugt das Unpassende der Benennung Salsen: welche aus Italien stammt, wo Spallanzani das große Verdienst [illegible] hat zuerst die Aufmerksamkeit der Geognosten auf das, lange für so unwichtig gehaltene Phänomen im Modenesischen zu leiten. Der Name Dampf- und Gas-Quellen drückt mehr das Gemeinsame aus. Wenn viele derselben als Fumarolen zweifelsohne in Beziehung zu erloschenen Vulkanen stehen, ja besonders als Quellen von kohlensaurem Gas ein letztes Stadium solcher Vulkane charakterisiren; so scheinen dagegen andere, die Naphtha-Quellen, ganz unabhängig von den wirklichen, geschmolzene Erden ausstoßenden Feuerbergen zu sein. Sie folgen dann, wie schon Abich am Caucasus gezeigt hat, in weiten Strecken bestimmten Richtungen, ausbrechend auf Gebirgsspalten: sowohl in der Ebene, selbst im tiefen Becken des caspischen Meeres, als in Gebirgshöhen von fast 8000 Fuß. Gleich den eigentlichen Vulkanen, vermehren sie bisweilen plötzlich ihre scheinbar schlummernde Thätigkeit durch Ausbruch von Feuersäulen, die weit umher Schrecken verbreiten. In beiden Continenten, in weit von einander entfernten Weltgegenden, zeigen sie dieselben auf einander folgenden Zustände; aber keine Erfahrung hat uns bisher berechtigt zu glauben, daß sie Vorboten der Entstehung wirklicher, Lava und Schlacken auswerfender Vulkane sind. Ihre Thätigkeit ist anderer Art: vielleicht in minderer Tiefe wurzelnd und durch andere chemische Processe bedingt.

---

*) S. über die Höhe von Alausi (bei Ticsan) am Cerro Cuello das Nivellement barométr. No. 206 in meinen Observ. astron. Vol. I. p. 311.

†) "L'existence d'une *source de naphte*, sortant au fond de la mer d'un micaschiste grenatifère, et répandant, selon l'expression d'un historien de la *Conquista*, Oviedo, une „liqueur résineuse, aromatique et médicinale"; est un fait extrêmement remarquable. Toutes celles que l'on connaît jusqu'ici, appartiennent aux montagnes secondaires; et ce mode de gisement semblait favoriser l'idée que tous les bitumes minéraux (Hatchett dans les *Transact. of the Linnaean Society* 1798 p. 129) étaient dus à la destruction des matières végétales et animales ou à l'embrasement des houilles. Le phénomène du Golfe de Cariaco acquiert une nouvelle importance, si l'on se rappelle que le même terrain dit primitif renferme des feux souterrains, qu'au bord des cratères enflammés *l'odeur de pétrole* se fait sentir de tems en tems (p. e. dans l'éruption du Vésuve 1805, lorsque le Volcan lançait des scories), et que la plupart des sources très chaudes de l'Amérique du Sud sortent du granite (las Trincheras près de Portocabello), du gneis et du schiste micacé. — Plus à l'est du méridien de Cumana, en descendant de la Sierra de Meapire, on recontre d'abord le terrain creux (*tierra hueca*) qui, pendant les grands tremblemens de terre de 1766 a jeté de l'asphalte enveloppé dans du pétrole visqueux; et puis au delà de ce terrain une infinité de sources chaudes hydrosulfureuses." (Humboldt, Relat. hist. du Voyage aux Régions équin. T. I. p. 136, 344, 347 und 447.)

d. Vulkane, nach der Verschiedenheit ihrer Gestaltung und Thätigkeit. — Wirkung durch Spalten und Maare. — Umwallungen der Erhebungs-Krater. — Vulkanische Kegel- und Glockenberge, mit geöffnetem oder ungeöffnetem Gipfel. — Verschiedenheit der Gebirgsarten, durch welche die Vulkane wirken.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 117—129.)

Unter den mannigfaltigen Arten der Kraftäußerung in der Reaction des Inneren unseres Planeten gegen seine obersten Schichten ist die mächtigste die, welche die eigentlichen Vulkane darbieten: d. i. solche Oeffnungen, durch die neben den Gas-Arten auch feste, stoffartig verschiedene Massen in feuerflüssigem Zustande, als Lavaströme, oder als Schlakken, oder als Producte der feinsten Zerreibung (Asche), aus ungemessener Tiefe an die Oberfläche gedrängt werden. Hält man nach einem alten Sprachgebrauche die Wörter Vulkan und Feuerberg für synonym, so knüpft man dadurch, nach einer vorgefaßten, sehr allgemein verbreiteten Meinung, den Begriff von vulkanischen Erscheinungen an das Bild von einem isolirt stehenden Kegelberge mit kreisrunder oder ovaler Oeffnung auf dem Gipfel. Solche Ansichten verlieren aber von ihrer Allgemeinheit, wenn sich dem Beobachter Gelegenheit darbietet zusammenhangende vulkanische Gebiete von mehreren tausend geographischen Quadratmeilen Flächeninhalts: z. B. den ganzen mittleren Theil des mexicanischen Hochlandes zwischen dem Pic von Orizaba, dem Jorullo und den Küsten der Südsee; oder Central-Amerika; oder die Cordilleren von Neu-Granada und Quito zwischen dem Vulkan von Puracé bei Popayan, dem von Pasto und dem Chimborazo; oder das Isthmus-Gebirge des Caucasus zwischen dem Kasbegk, Elburuz und Ararat: zu durchwandern. In dem unteren Italien, zwischen den phlegräischen Feldern des campanischen Festlandes, Sicilien, den Liparen und Ponza-Inseln, ist, wie in den griechischen Inseln, das verbindende Zwischenland theils nicht mit gehoben, theils vom Meere verschlungen worden.

Es zeigen sich in den vorgenannten großen Gebieten von Amerika und vom Caucasus Eruptions-Massen (wirkliche Trachyte, nicht Trachyt-Conglomerate; Obsidian-Ströme; steinbruchartig gewonnene Bimsstein-Blöcke, nicht durch Wasser verbreitetes und abgesetztes Bimsstein-Gerölle), welche von den, sich erst in beträchtlicher Ferne erhebenden Bergen ganz unabhängig zu sein scheinen. Warum sollte bei der fortschreitenden Abkühlung der wärmestrahlenden oberen Erdschichten, ehe noch isolirte Berge oder ganze Bergketten sich erhoben, die Oberfläche nicht vielfach gespalten worden sein? warum sollten diese Spalten nicht feuerflüssige, zu Gebirgsarten und Eruptions-Gestein erhärtete Massen (Trachyte, Dolorite, Melaphyre, Perlstein, Obsidian und Bimsstein) ausgestoßen haben? Ein Theil dieser, ursprünglich horizontal gelagerten, in zähflüssigem Zustande, wie aus Erde-Quellen,*) hervorbrechenden Trachyt- oder Dolorit-Schichten ist, bei der späteren Erhebung vulkanischer Kegel- und Glockenberge, in eine gestürzte Lage gerathen: in eine solche, welche den neueren, aus Feuerbergen entspringenden Laven keinesweges angehört. So ist, um zuerst an ein europäisches, sehr bekanntes Beispiel zu erinnern, in dem Val del Bove am Aetna (einer Aushöhlung, die tief in das Innere des Berges einschneidet) das Fallen der mit Geröll-Massen sehr regelmäßig alternirenden Lavaschichten 25° bis 30°: während daß nach Elie de Beaumont's genauen Bestimmungen die Lavaströme, welche die Oberfläche des Aetna bedecken und ihm erst seit seiner Erhebung als Berges entflossen sind, in der Mittelzahl von 30 Strömen, nur ein Gefälle von 3° bis 5° zeigen. Diese Verhältnisse deuten hin auf das Dasein sehr alter vulkanischer Formationen, auf Spalten ausgebrochen, vor der Bildung des Vulkans als eines Feuerbergs. Eine merkwürdige Erscheinung der Art bietet uns auch das Alterthum

*) Kosmos 1. Buch S. 121.

[illegible]

[illegible] zu vermuthen [illegible] [illegible] Hinsicht [illegible] der [illegible] [illegible] werden. [illegible] Erklärung des [illegible] Erhebungs-Krater, genannt hat: d. h. eine [illegible]

[illegible] Kosmos I. [illegible] S. 174 [illegible] [illegible] „Das im Herbst-[illegible] [illegible] eine Steinbruch-Arbeit unternehmen [illegible] so ist die [illegible] Menge [illegible] Farbe behielt, die sie früher hatte."

[illegible]) Kosmos I. Buch S. 124.

[illegible]) Leopold von Buch über basaltische Inseln und Erhebungskrater in den Abhandlungen der Kön. Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den J. 1818 u. 1819 S. 51; [illegible] physikalische Beschreibung der canarischen Inseln 1825 S. 213, 262, 2[illegible]1, 313, 323 und 341. [illegible], für die gründliche Kenntniß vulkanischer Erscheinungen Epoche machende Schrift ist die Frucht der Reise nach Madera und Teneriffa von Anfang April bis Ende October 1815; aber Naumann erinnert mit vielem Rechte in seinem Lehrbuch der Geognosie, daß schon in den von Leopold von Buch 1802 [illegible] Briefen [illegible] Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien Bd. II. S. 2[illegible]2 [illegible] Erhebungs-Krater [illegible] [illegible] Caldeira das [illegible] [illegible] Erhebungs-Krater, welcher zwei Seen, die Lagoa grande und die Lagoa azul, [illegible] Fuß tiefe einschließt. An Umfang ist fast gleich groß die Caldeira do Corvo, deren trockner Theil des Bodens 1700 F. Höhe hat. Fast dreimal höher liegen die Erhebungs-Kratere von Fayal und Terceira. Zu derselben Art der Ausbruch-Erscheinungen gehören die zahllosen, aber [illegible] Gerüste, welche 1691 in dem Meere um die Insel S. Jorge und 1757 um die Insel S. Miguel nur auf Tage sichtbar wurden. Das periodische Anschwellen des Meeresgrundes kaum eine geographische Meile westlich von der Caldeira das sete Cidades, eine größere und etwas länger dauernde Insel (Sabrina) erzeugend, ist bereits früher erwähnt (Kosmos I. Buch S. 124). Ueber den Erhebungs-Krater der Astruni in den phlegräischen Feldern und die in seinem Centrum emporgetriebene Trachytmasse als ungeöffneten glockenförmigen Hügel s. Leopold von Buch in Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 171 und 182. Ein schöner Erhebungs-Krater ist Rocca Monfina: gemessen und abgebildet in Abich, geolog. Beobachtungen über die vulkanischen Erscheinungen in Unter- und Mittel-Italien 1841 Bd. I. S. 113 Tafel II.

oder ovale Einsenkung; von einem Erhebungs-Circus, einer ringförmigen, meist stellenweise eingerissenen Umwallung, begrenzt; bald (wenn die Relief-Structur eines permanenten Vulkans vervollständigt werden soll) in der Mitte des Erhebungs-Kraters zugleich einen dom- oder kegelförmigen Berg. Der letztere ist dann meist an seinem Gipfel geöffnet; und auf dem Boden dieser Oeffnung (des Kraters des permanenten Vulkans) erheben sich vergängliche Auswurfs- und Schlackenhügel, kleine und große Eruptions-Kegel, welche beim Vesuv bisweilen die Kraterränder des Erhebungs-Kegels weit überragen. Nicht immer haben sich aber die Zeugen des ersten Ausbruchs, die alten Gerüste, wie sie hier geschildert werden, erhalten. Die hohe Felsmauer, welche die peripherische Umwallung (den Erhebungs-Krater) umgiebt, ist an vielen der mächtigsten und thätigsten Vulkane nicht einmal in einzelnen Trümmern zu erkennen.

Es ist ein großes Verdienst der neueren Zeit, nicht bloß durch sorgfältige Vergleichung weit von einander entfernter Vulkane die einzelnen Verhältnisse ihrer Gestaltung genauer erforscht, sondern auch in die Sprachen bestimmtere Ausdrücke eingeführt zu haben, wodurch das Ungleichartige in den Relieftheilen, wie in den Aeußerungen vulkanischer Thätigkeit getrennt wird. Ist man nicht entschieden allen Classificationen abhold, weil dieselben in dem Bestreben nach Verallgemeinerung noch immer nur auf unvollständigen Inductionen beruhen; so kann man sich das Hervorbrechen von feuerflüssigen Massen und festen Stoffen, von Dämpfen und Gas-Arten begleitet, auf viererlei Weise vorstellen. Von den einfachen zu den zusammengesetzten Erscheinungen übergehend, nennen wir zuerst Eruptionen auf Spalten, nicht einzelne Kegelreihen bildend, sondern in geflossenem und zähem Zustande über einander gelagerte vulkanische Gebirgsmassen erzeugend; zweitens Ausbrüche durch Aufschüttungs-Kegel ohne Umwallung, und doch Lavaströme ergießend: wie fünf Jahre lang bei der Verwüstung der Insel Lancerote, in der ersten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts drittens Erhebungs-Krater mit gehobenen Schichten, ohne Centralkegel: Lavaströme nur an der äußeren Seite der Umwallung, nie aus dem Inneren, das früh sich durch Einsturz verschließt, aussendend; viertens geschlossene Glockenberge oder an der Spitze geöffnete Erhebungs-Kegel: entweder mit einem, wenigstens theilweise erhaltenen, Circus umgeben: wie am Pic von Teneriffa, in Fogo und Rocca Monfina; oder ganz ohne Umwallung und ohne Erhebungs-Krater: wie in Island*), in den Cordilleren von Quito und dem mittleren Theile von Mexico. Die offenen Erhebungs-Kegel dieser vierten Classe bewahren eine permanente, in unbestimmten Zeiträumen mehr oder weniger thätige Verbindung zwischen dem feurig heißen Erd-Inneren und dem Luftkreise. Der an dem Gipfel verschlossen gebliebenen dom- und glockenförmigen Trachyt- und Doleritberge scheint es nach meinen Beobachtungen mehr als der offenen, noch thätigen oder erloschenen Kegel, weit mehr als der eigentlichen Vulkane zu geben. Dom- und glockenartige Bergformen: wie der Chimborazo, Puy de Dôme, Sarcouy, Rocca Monfina und Vultur, verleihen der Landschaft einen eigenen Charakter, durch welchen sie mit den Schiefer-Hörnern oder den zackigen Formen des Kalkgesteins anmuthig contrastiren.

In der uns bei Ovid „in anschaulicher Darstellung" aufbewahrten Tradition über das vulkanische Naturereigniß auf der Halbinsel Methone ist die Entstehung einer solchen Glockenform, die eines uneröffneten Berges mit methodischer Deutlichkeit bezeichnet. „Die Gewalt der in finsteren Erdhöhlen eingekerkerten Winde treibt, eine Oeffnung vergebens suchend, den gespannten Erdboden auf (extentam tumefecit humum), wie wenn man eine Blase oder einen Schlauch mit Luft anfüllt. Die hohe Anschwellung hat sich durch langsame Erhärtung in der Gestalt eines Hügels erhalten." Ich habe schon an einem anderen Orte daran erinnert, wie ganz verschieden diese römische Darstellung von

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 107.

Ich vermuthe vielmehr mit H. von Dechen, daß der Bimsstein trocken ausgeworfen wurde und daß der Traß sich nach Art anderer Conglomerate bildete. „Der Bimsstein ist dem Siebengebirge fremd; und der große Bimsstein-Ausbruch der Eifel, dessen Hauptmasse noch über dem Löß liegt und in einzelnen Theilen mit demselben abwechselt, mag, nach der Vermuthung, zu welcher die Localverhältnisse führen, im Rheinthale oberhalb Neuwied, in dem großen Neuwieder Becken, vielleicht nahe bei Urmits auf der linken Seite des Rheins statt gefunden haben. Bei der Zerreiblichkeit des Stoffes mag die Ausbruch-Stelle durch die spätere Einwirkung des Rheinstromes spurlos verschwunden sein. In dem ganzen Strich der Eifeler Maare wie in dem der Eifeler Vulkane von Bertrich bis Ormond wird kein Bimsstein gefunden. Der des Lacher Sees ist auf dessen Randgebirge beschränkt; und an den übrigen Maaren gehen die kleinen Stücke von Feldspath-Gestein, die im vulkanischen Sande und Tuff liegen, nicht in Bimsstein über."

Wir haben bereits oben die Altersverhältnisse der Maare und der, von ihnen so verschiedenen Ausbrüche der Lavaströme zu der Thalbildung berührt. „Der Trachyt des Siebengebirges scheint viel älter als die Thalbildung, sogar älter als die rheinische Braunkohle. Sein Hervortreten ist der Aufreißung des Rheinthales fremd gewesen, selbst wenn man dieses Thal einer Spaltenbildung zuschreiben sollte. Die Thalbildung ist wesentlich jünger als die rheinische Braunkohle, jünger als der meiste rheinische Basalt; dagegen älter als die vulkanischen Ausbrüche mit Lavaströmen, älter als der große Bimsstein-Ausbruch und der Traß. Basaltbildungen reichen bestimmt bis in eine jüngere Zeit hinein als die Trachytbildung, und die Hauptmasse des Basaltes ist daher für jünger als der Trachyt anzusehn. An den jetzigen Gehängen des Rheinthals wurden viele Basaltgruppen (Unkeler Steinbruch, Rolandseck, Godesberg) erst durch die Thal-Eröffnung bloß gelegt, da sie wahrscheinlich bis dahin im devonischen Grauwacken-Gebirge eingeschlossen waren."

Die Infusorien, deren, durch Ehrenberg erwiesene, so allgemeine Verbreitung auf den Continenten, in den größten Tiefen des Meeres wie in den hohen Schichten des Luftkreises zu den glänzendsten Entdeckungen unsres Zeitalters gehört: haben in der vulkanischen Eifel ihren Hauptsitz in den Rapillen, Traßschichten und Bimsstein-Conglomeraten. Kieselschalige Organismen füllen das Brohlthal und die Auswürflinge von Hochsimmern; bisweilen sind sie im Traß mit unverkohlten Zweigen von Coniferen vermengt. Dies ganze kleine Leben ist nach Ehrenberg ein Süßwasser-Gebilde; und nur ausnahmsweise zeigen sich in der obersten Ablagerung von dem zerreiblichen, gelblichen Löß am Fuß und an den Abhängen des Siebengebirges (auf die brakische vormalige Küstennatur hindeutend) Polythalamien des Meeres.*)

Ist das Phänomen der Maare auf das westliche Deutschland beschränkt? Graf Montlosier, der die Eifel durch eigene Beobachtungen von 1819 kannte und den Mosenberg für einen der schönsten Vulkane erkennt, den er je gesehen, zählt (wie Rozet) zu den Maaren oder Explosions-Krateren den Gouffre de Tazenat, den Lac Pavin und Lac de la Godivel in der Auvergne. Sie sind in sehr verschiedenartigen Gebirgsarten, in Granit, Basalt und Domit (Trachyt-Gestein), eingeschnitten, an den Rändern mit Schlacken und Rapilli umgeben. †)

---

*) Ueber Bildungsalter des Rheinthals s. H. von Dechen, geogn. Beschr. des Siebengebirges in den Verhandlungen des naturhist. Vereins der Preußischen Rheinlande und Westphalens 1852 S. 556—559. — Von den Infusorien der Eifel handelt Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiss. zu Berlin 1844 S. 337, 1845 S. 133 und 148, 1846 S. 161—171. Der mit infusorien-haltigen Bimsstein-Brocken erfüllte Traß von Brohl bildet Hügel bis zu 800 Fuß Höhe.

†) Vergl. Rozet in den Mémoires de la Société géologique, 2ème Série T. I. p. 119. Auch auf der Insel Java, dieser wunderbaren Stätte vielfacher vulkanischer Thätigkeit, findet man „Krater ohne Kegel, gleichsam flache Vulkane" (Junghuhn, Java, seine Gestalt und Pflanzendecke, Lief. VII. S. 640), zwischen Gunung Salak und Perwatki, „als Explosions-Kratere" den Maaren analog. Ohne alle Rand-Erhöhung, liegen sie zum Theil in ganz flachen Gegenden der Gebirge, haben eckige Bruchstücke der gesprengten Gesteinschichten um sich her zerstreut, und stoßen jetzt nur Gas-Arten und Dämpfe aus.

der Gorillas-Affen, an der westafrikanischen Küste.*) So individuelle Schilderungen möchte man auf wirkliche Naturbeobachtung gegründet glauben!

Die kleinste und größte Höhe der Punkte, in denen die vulkanische Thätigkeit des Inneren der Erde sich an der Oberfläche permanent wirksam zeigt, ist eine hypsometrische Betrachtung, die für die physische Erdbeschreibung das Interesse gewährt, welches allen sich auf die Reaction des flüssigen Inneren der Planeten gegen ihre Oberfläche beziehenden Thatsachen eigen ist. Das Maaß der hebenden Kraft†) offenbart sich allerdings in der Höhe vulkanischer Kegelberge; aber über den Einfluß der Höhenverhältnisse auf Frequenz und Stärke der Ausbrüche ist nur mit vieler Vorsicht ein Urtheil zu fällen. Einzelne Contraste gleichartiger Wirkungen in Frequenz und Stärke bei sehr hohen oder sehr niedrigen Vulkanen können hier nicht entscheiden; und von den mehreren Hunderten thätiger Vulkane, die man auf den Continenten und den Inseln voraussetzt, ist die Kenntniß noch so überaus unvollständig, daß die einzig entscheidende Methode, die der Mittelzahlen, noch nicht angewendet werden kann. Auch würden solche Mittelzahlen, wenn sie das bestimmte Resultat geben sollten, in welcher Höhenclasse der Erhebungs-Kegel sich eine schnellere Wiederkehr der Eruptionen offenbare, noch immer Raum zu dem Zweifel übrig lassen, daß neben der Höhe, d. h. der Entfernung von dem vulkanischen Heerde, die unberechenbaren Zufälligkeiten in dem, sich schwerer oder leichter verstopfenden Spaltennetze wirken. Das Phänomen ist also in Hinsicht auf den Causalzusammenhang ein unbestimmtes.

Vorsichtig bei dem Thatsächlichen verweilend, da, wo die Complication der Naturerscheinungen und der Mangel der historischen Nachrichten über die Zahl der Ausbrüche im Lauf der Jahrhunderte das Auffinden des Gesetzlichen noch nicht erlaubt haben, begnüge ich mich, für die vergleichende Hypsometrie der Vulkane fünf Gruppen aufzustellen, in denen die Höhenclassen durch eine kleine, aber sichere Zahl von Beispielen charakterisirt sind. Ich habe in diesen 5 Gruppen nur isolirt sich erhebende, mit noch entzündeten Gipfel-Kratern versehene Kegelberge aufgeführt: also eigentliche, jetzt noch thätige Vulkane; nicht ungeöffnete Glockenberge, wie der Chimborazo. Alle Eruptions-Kegel, die von einem nahen Vulkan abhängig sind oder, fern von demselben, wie auf der Insel Lancerote und im Arso am Epomeo auf Ischia, keinen permanenten Zusammenhang des Inneren mit dem Luftkreise bewahrt haben, bleiben hier ausgeschlossen. Nach dem Zeugniß des eifrigsten Forschers über die Vulcanicität des Aetna, Sartorius von Waltershausen, wird dieser Vulkan von fast 700 größeren und kleineren Ausbruch-Kegeln umgeben. Da die gemessenen Höhen der Gipfel sich auf das Niveau des Meeres, der jetzigen flüssigen Oberfläche des Planeten, beziehen; so ist es wichtig, hier daran zu erinnern, daß Insel-Vulkane, von denen einige nicht tausend Fuß (wie der von Horner und Tilesius beschriebene japanesische Vulkan Kosima‡) am Eingange der Tsugar Straße), andere, wie der Pic von Teneriffa‖), mehr als 11500 Fuß über den Meeresspiegel hervorragen, sich durch vulkanische Kräfte über einen Meeresgrund erhoben haben, der oft 20000 Fuß, ja einmal über 43000 Fuß Tiefe unter der jetzigen Meeres-Oberfläche gefunden worden ist. Um eine Täuschung in numerischen Verhältnissen zu vermeiden, ist auch dieser Erinnerung hinzuzufügen: daß, wenn für die Vulkanne auf den

*) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 135; Hannonis Periplus in Hudson's Geogr. Graeci min. T. I. p. 45.

†) Kosmos 1. Buch S. 118.

‡) Ueber die Lage dieses Vulkanes, dessen Kleinheit nur von dem Vulkan von Tanna und von dem des Mendana übertroffen wird, s. die schöne Karte des Japanischen Reichs von F. von Siebold 1840.

‖) Ich nenne hier neben dem Pic von Teneriffa unter den Insel-Vulkanen nicht den Mauna-roa, dessen kegelförmige Gestalt seinem Namen nicht entspricht. In der Sandwich-Sprache bedeutet nämlich mauna Berg und roa zugleich lang und sehr. Ich nenne auch nicht den Hawaii, über dessen Höhe so lange gestritten worden ist und der lange als ein am Gipfel ungeöffneter trachytischer Dom beschrieben wurde. Der berühmte Krater Kirauea (ein See geschmolzener aufwallender Lava) liegt östlich, nach Wilkes in 3724 Fuß Höhe, dem Fuße des Mauna-roa nahe; vergl. die vortreffliche Beschreibung in Charles Wilkes, Exploring Exped. Vol. IV. p. 165—196.

Continenten Unterschiede der ersten und vierten Classe, also in Vulkanen von 1000 und 18000 Fuß, sehr beträchtlich scheinen, das Verhältniß dieser Zahlen ganz verändert wird, wenn man (nach Mitscherlich's Versuchen über den Schmelzgrad des Granits und nach der, nicht ganz wahrscheinlichen Hypothese über die mit der Tiefe in arithmetischer Progression gleichmäßig zunehmende Wärme) die obere Grenze des geschmolznen Inneren der Erde etwa zu 114000 Fuß unter dem jetzigen Meeresspiegel annimmt. Bei der durch Verstopfung vulkanischer Spalten sich so mächtig vermehrenden Spannung elastischer Dämpfe sind die Höhen-Unterschiede der bisher gemessenen Vulkane wohl nicht beträchtlich genug, um als Hinderniß angesehen zu werden für das Gelangen der Lava und anderer dichter Massen zur Kraterhöhe.

Hypsometrie der Vulkane.

Erste Gruppe, von 700 bis 4000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan der japanischen Insel Kosima, südlich von Jezo: 700 F. nach Horner.

Der Vulkan der liparischen Insel Volcano: 1224 F. nach Fr. Hoffmann.*)

Gunung Api (bedeutend Feuerberg in der malayischen Sprache), der Vulkan der Insel Banda: 1828 F.

Der, erst im Jahr 1770 aufgestiegene, fast ununterbrochen speiende Vulkan von Izalco†) im Staate San Salvador (Central-Amerika): 2000 F. nach Squier.

Gunung Ringgit, der niedrigste Vulkan von Java: 2200 F. nach Junghuhn.‡)

Stromboli: 2775 F. nach Fr. Hoffmann.

Vesuv, die Rocca del Palo, am höchsten nördlichen Kraterrande: das Mittel meiner beiden Barometer-Messungen ||) von 1805 und 1822 giebt 3750 Fuß.

Der in der mexicanischen Hochebene §) am 29. Sept. 1759 ausgebrochene Vulkan von Jorullo: 4002 F.

Zweite Gruppe, von 4000 bis 8000 Par. Fuß Höhe.

Mont Peléde la Martinique: 4416 F.? nach Dupuget.

Soufrière de la Guadeloupe: 4567 F. nach Charles Deville

Gunung Lamongan im östlichsten Theile von Java: 5010 F. nach Junghuhn.

Gunung Tengger, von allen Vulkanen Java's der, welcher den größten Krater ¶) hat: Höhe am Eruptions-Kegel Bromo 7080 F. nach Junghuhn.

Vulkan von Osorno (Chili): 7083 F. nach Fitzroy.

Vulkan der Insel Pico**) (Azoren): 7143 F. nach Cap. Vidal.

Der Vulkan von der Insel Bourbon: 7507 F. nach Berth.

Dritte Gruppe, von 8000 bis 12000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan von Awatscha (Halbinsel Kamtschatka), nicht zu verwechseln ††) mit der etwas nördlicheren Strjeloschnaja Sopka, welche die englischen Seefahrer gewöhnlich den Vulkan von Awatscha nennen: 8360 F. nach Erman.

---

*) Brief von Fr. Hoffmann an Leop. von Buch über die geognostische Constitution der Liparischen Inseln, in Poggend. Annalen Bd. XXVI. 1832 S. 59. Volcano, nach der neueren Messung von Ch. Sainte-Claire Deville 1190 Fuß, hat starke Eruptionen von Schlacken und Asche gehabt in den Jahren 1444, am Ende des 16ten Jahrhunderts, 1731, 1739 und 1771. Seine Fumarolen enthalten Ammoniak, borarsaures Selen, geschwefelten Arsenik, Phosphor und nach Bornemann Spuren von Jod. Die drei letzten Substanzen treten hier zum ersten Male unter den vulkanischen Producten auf. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 683)

†) Squier in der American Association (tenth annual meeting, at New-Haven 1850).

‡) S. Franz Junghuhn's überaus lehrreiches Werk: Java, seine Gestalt und Pflanzendecke 1852 Bd. I. S. 99. Der Ringgit ist jetzt fast erloschen, nachdem seine furchtbaren Ausbrüche im Jahre 1586 vielen tausend Menschen das Leben gekostet hatten.

||) Der Gipfel des Vesuvs ist also nur 244 F. höher als der Brocken.

§) Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XLIII und Atlas géogr. et physique Pl. XXIX.

¶) Junghuhn a. a. O. Bd. I. S. 68 und 98.

**) Vergl. meine Relation hist. T. I. p 93 besonders wegen der Entfernung, in welcher der Gipfel des Vulkans der Insel Pico bisweilen gesehen worden ist. Die ältere Messung Ferrer's gab 7428 Fuß: also 285 F. mehr als die, gewiß sorgfältigere Aufnahme des Cap. Vidal von 1843.

††) Erman in seiner interessanten geognostischen Beschreibung der Vulkane der Halbinsel Kamtschatka giebt der Awatschinskaja oder Gorelaja Sopka 8360 F., und der Strjeloschnaja Sopka, die auch Korjazkaja Sopka genannt wird, 11090 F. (Reise Bd. III.

Vulkan von Antuco*) oder Antoko (Chili): 8368 F. nach Domeyko.

Vulkan der capverdischen Insel †) Fogo: 8587 F. nach Charles Deville.

Vulkan Schiwelutsch (Kamtschatka): der nordöstliche Gipfel 9898 F. nach Erman. ‡)

Aetna: ||) nach Smyth 10200 F.

Pic von Teneriffa: 11408 F. nach Charles Deville. §)

Vulkan Gunung Semeru, der höchste aller Berge auf der Insel Java: 11480 F. nach Junghuhn's barometrischer Messung.

Vulkan Erebus, Br. 77° 32', der nächste am Südpol: ¶) nach Sir James Roß 11603 F.

Vulkan Argäus**) in Cappadocien, jetzt Erdschisch-Dagh, süd-süd-östlich von Kaisarieh: nach Peter von Tschichatscheff 11823 F.

Vierte Gruppe, von 12000 bis 16000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan von Tuqueres ††), in dem Hochlande der Provincia de los Pastos: nach Boussingault 12620 F.

Vulkan von Pasto: ‡‡) nach Boussingalt 12620 F.

Vulkan Mauna Roa: ||||) nach Wilkes 12909 F.

S. 494 und 540.) Vergl. über beide Vulkane, von denen der erste d r thätigste ist, Leop. de Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 447—450. Die Erman'sche Messung des Vulkans von Awatscha stimmt am meisten mit der frühesten Messung von Mongez 1787 auf der Expedition von La Pérouse (8198 F.) und mit der neueren des Cap. Beechey (8497 F.) überein. Hofmann auf der Kotzebue'schen und Lenz auf der Lütke'schen Reise fanden nur 7664 und 7705 Fuß; vergl. Lütke, Voy. autour du Monde T. III. p. 67—84. Des Admirals Messung von der Strjeloschnaja Sopka gab 10518 Fuß.

*) Vergl. Pentland's Höhentafel in Mary Somerville's Phys. Geogr. Vol. II. p. 452; Sir Woodbine Parish, Buenos-Ayres and the Prov. of the Rio de la Plata 1852 p. 343; Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. S. 411—434.

†) Sollte der Gipfel dieses merkwürdigen Vulkans im Abnehmen der Höhe begriffen sein? Eine barometrische Messung von Baldey, Vidal und Mudge im Jahr 1819 gab noch 2975 Meter oder 9156 Fuß: während ein sehr genauer und geübter Beobachter, welcher der Geognosie der Vulkane so wichtige Dienste geleistet hat, Sainte-Claire Deville (Voyage aux Iles Antilles et à l'Ile de Fogo p. 155) im Jahr 1842 nur 2790 Meter oder 8587 Fuß fand. Cap. King hatte kurz vorher die Höhe des Vulkans von Fogo gar nur zu 2686 Metern oder 8267 Fuß bestimmt.

‡) Erman, Reise Bd. III. S. 271, 275 und 297. Der Vulkan Schiwelutsch hat, wie der Pichincha, die bei thätigen Vulkanen seltene Form eines langen Rückens (chrebet), auf dem sich einzelne Kuppen u. Kämme (grebni) erheben. Glocken- und Kegelberge werden in dem vulkanischen Gebiete der Halbinsel immer durch den Namen sopki bezeichnet.

||) Wegen der merkwürdigen Uebereinstimmung der trigonometrischen Messung mit der barometrischen von Sir John Herschel s. Kosmos I. Buch S. 10.

§) Die barometrische Messung von Sainte-Claire Deville (Voyage aux Antilles p. 102—118) im Jahr 1842 gab 3706 Meter oder 11408 Fuß: nahe übereinstimmend mit dem Resultate (11430 Fuß) der zweiten trigonometrischen Messung Borda's vom Jahre 1776, welche ich aus dem Manuscrit du Dépôt de la Marine habe zuerst veröffentlichen können (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 116 und 275—287). Borda's erste, mit Pingré gemeinschaftlich unternommene, trigonometrische Messung vom Jahr 1771 gab, statt 11430 Fuß, nur 10452 F. Die Ursach des Irrthums war die falsche Notirung eines Winkels (33' statt 53'): wie mir Borda, dessen großem persönlichen Wohlwollen ich vor meiner Orinoco-Reise so viele nützliche Rathschläge verdanke, selbst erzählte.

¶) Ich folge der Angabe von Pentland, 12367 engl. Fuß: um so mehr, als in Sir James Roß, Voy. of discovery in the antarctic Regions Vol. I. p. 216, die Höhe des Vulkans, dessen Rauch und Flammen-Ausbrüche selbst bei Tage sichtbar waren, im allgemeinen zu 12400 engl. Fußen (11634 Pariser Fuß) angegeben wird.

**) Ueber den Argäus, den Hamilton zuerst bestiegen und barometrisch gemessen (zu 11921 Pariser Fuß oder 3905m), s. Peter von Tchihatcheff, Asie mineure (1853) T. I. p. 441—449 und 571. Wm. Hamilton in seinem vortrefflichen Werke (Researches in Asia Minor) erhält als Mittel von einer Barometer-Messung und einigen Höhenwinkeln 13000 feet (12196 Par. F.); wenn aber nach Ainsworth die Höhe von Kaisarieh 1000 feet (938 Par. F.) niedriger ist, als er sie annimmt: nur 11258 Par. F. Vergl. Hamilton in den Transact. of the Geolog. Soc. Vol. V. Part. 3. 1840 p. 596. Vom Argäus (Erdschisch Dagh) gegen Südost, in der großen Ebene von Eregli, erheben sich südlich von dem Dorfe Karabunar und von der Berggruppe Karadscha-Dagh viele, sehr kleine Ausbruch-Kegel. Einer derselben, mit einem Krater versehen, hat eine wunderbare Schiffsgestalt, an dem Vordertheil wie in einen Schnabel auslaufend. Es liegt dieser Krater in einem Salzsee, an dem Wege von Karabunar nach Eregli, eine starke Meile von dem erstern Orte entfernt. Der Hügel führt denselben Namen. (Tchihatcheff T. I. p. 455; William Hamilton, Researches in Asia Minor Vol. II. p. 217.)

††) Die angegebene Höhe ist eigentlich die des grasgrünen Bergsees Laguna verde, an dessen Rande sich die von Boussingault untersuchte Solfatara befindet (Acosta, Viajes cientificos á los Andes ecuatoriales 1849 p. 75.)

‡‡) Boussingault ist bis zum Krater gelangt und hat die Höhe barometrisch gemessen; sie stimmt sehr nahe mit der überein, die ich 23 Jahre früher, auf der Reise von Popayan nach Quito, schätzungsweise bekannt gemacht.

||||) Die Höhe weniger Vulkane ist so überschätzt worden als die Höhe des Colosses der Sandwich-Inseln. Wir sehen dieselbe nach und nach von 17270 Fuß (einer Angabe aus der dritten Reise von Cook) zu 15465 Fuß in King's, zu 15588 Fuß in Marchand's Messung, zu 12909 Fuß durch Cap. Wilkes, und zu 12693 F. durch Horner auf der Reise von Kotzebue herabsinken. Die

Vulkan von Cumbal*) in der Prov. delos Pastos: 14654 F. nach Boussingault.

Vulkan Kliutschewsk†) (Kamtschatka): nach Erman 14790 F.

Vulkan Rucu-Pichincha: nach barometrischen Messungen von Humboldt 14940 F.

Vulkan Tunguragua: nach einer trigonometrischen Messung‡) von Humboldt 15473 F.

Vulkan von Puracé‖) bei Popayan: 15957 F. nach José Caldas.

Fünfte Gruppe, von 16000 bis mehr als 20000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan Sangay, süd-süd-östlich von Quito: 16068 F. nach Bouguer und La Condamine §)

Vulkan Popocatepetl:¶) nach einer trigonometrischen Messung von Humboldt 16632 F.

Vulkan von Orizaba:**) nach Ferrer 16776 F.

Eliasberg††) (Westküste Nordamerika's): nach den Messungen von Quadra und Galeano 16750 F.

Vulkan von Tolima:‡‡) nach einer trigonometrischen Messung von Humboldt 17010 F.

Vulkan von Arequipa:‖‖) nach einer trigonometrischen Messung von Dolley 17714 F.?

Grundlagen des letztgenannten Resultates hat Leopold von Buch zuerst bekannt gemacht in der Descr. phys. des Iles Canaries p. 379. Vergl. Wilkes, Explor. Exped. Vol. IV. p. 111—162. Der östliche Kraterrand hat nur 12609 F. Die Annahme größerer Höhe bei der behaupteten Schneelosigkeit des Mauna-Roa (Br. 19° 28') würde dazu dem Resultat widersprechen, daß nach meinen Messungen im mexicanischen Continent in derselben Breite die Grenze des ewigen Schnees schon 13860 Fuß hoch gefunden worden ist (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 97, Asie centr. T. III. p. 269 und 359).

*) Der Vulkan erhebt sich westlich von dem Dorfe Cumbal, das selbst 9911 Fuß über dem Meere liegt (Acosta p. 76).

†) Ich gebe das Resultat von Erman's mehrfachen Messungen im Sept. 1829. Die Höhe der Kraterränder soll Veränderungen durch häufige Eruptionen ausgesetzt sein; denn es hatten im August 1828 Messungen, die dasselbe Vertrauen einflößen konnten, eine Höhe von 15040 Fuß gegeben. Vergl. Erman's physikalische Beobachtungen auf einer Reise um die Erde Bd. I. S. 400 und 419 mit dem historischen Bericht der Reise Bd. III. S. 358—360.

‡) Bouguer und La Condamine geben in der Inschrift zu Quito für den Tungurahua vor dem großen Ausbruch von 1772 und vor dem Erdbeben von Riobamba (1797), welches große Bergstürze veranlaßte, 15738 F. Ich fand trigonometrisch im Jahr 1802 für den Gipfel des Vulkans nur 15473 F.

‖) Die barometrische Messung des höchsten Gipfels vom Volcan de Puracé durch Francisco José Caldas, der, wie mein theurer Freund und Reisebegleiter Carlos Montufar, als ein blutiges Opfer seiner Liebe für die Unabhängigkeit und Freiheit des Vaterlandes fiel, giebt Acosta (Viajes cientificos p. 70) zu 5184 Metern (15957 F.) an. Die Höhe des kleinen, Schwefeldampf mit heftigem Geräusch ausstoßenden Kraters (Azufral del Boqueron) habe ich 13524 F. gefunden; Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques et d'opérations trigonom. Vol. I. p. 304.

§) Der Sangay ist durch seine ununterbrochene Thätigkeit und seine Lage überaus merkwürdig: noch etwas östlich entfernt von der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Rio Pastaza, in 26 Meilen Abstandes von der nächsten Küste der Südsee: eine Lage, welche (wie die Vulkane des Himmelsgebirges in Asien) eben nicht die Theorie unterstützt, nach der die östlichen Cordilleren in Chili wegen Meeresferne frei von vulkanischen Ausbrüchen sein sollen. Der geistreiche Darwin hat nicht verfehlt dieser alten und weit verbreiteten vulkanischen Littoral-Theorie in den Geological Observations on South America 1846 p. 185 umständlich zu gedenken.

¶) Ich habe den Popocatepetl, welcher auch der Volcan grande de Mexico genannt wird, in der Ebene von Tetimba bei dem Indianer-Dorfe San Nicolas de los Ranchos gemessen. Es scheint mir noch immer ungewiß, welcher von beiden Vulkanen, der Popocatepetl oder der Pic von Orizaba, der höhere sei. Vergl. Humboldt, Recueil d'Observ. astrom. Vol. II. p. 543.

**) Der mit ewigem Schnee bedeckte Pic von Orizaba, dessen geographische Ortsbestimmung vor meiner Reise überaus irrig auf allen Karten angegeben war, so wichtig auch dieser Punkt für die Schifffahrt bei der Landung in Veracruz ist, wurde zuerst im Jahr 1796 vom Encero aus trigonometrisch durch Ferrer gemessen. Die Messung gab 16776 Fuß. Eine ähnliche Operation habe ich in einer kleinen Ebene bei Xalapa versucht. Ich fand nur 16302 F.; aber die Höhenwinkel waren sehr klein und die Grundlinie schwierig zu nivelliren. Vergl. Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne, 2ème éd. T. I. 1825 p. 166; meinen Atlas du Mexique (Carte des fausses positions) Pl. X., und Kleinere Schriften Bd. I. S. 468.

††) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes 1807 p. 153. Die Höhe ist unsicher, vielleicht mehr als 1/18 zu groß.

‡‡) Ich habe den abgestumpften Kegel des Vulkans von Tolima, der am nördlichen Ende des Paramo de Quindiu liegt, im Valle del Carvajal bei dem Städtchen Ibague gemessen im Jahr 1802. Man sieht den Berg ebenfalls, in großer Entfernung, auf der Hochebene von Bogota. In dieser Ferne hat Caldas durch eine etwas verwickelte Combination im Jahr 1806 ein ziemlich angenähertes Resultat (17292 F.) gefunden; Semanario de la Nueva Granada, nueva Edicion, aumentada por J. Acosta 1849 p. 349.

‖‖) Die absolute Höhe des Vulkans von Arequipa ist so verschieden angegeben worden, daß es schwer wird zwischen bloßen Schätzungen und wirklichen Messungen zu unterscheiden. Der ausgezeichnete Botaniker der Malaspina'schen Weltumseglung, Dr. Thaddäus Hänke, gebürtig aus Prag, erstieg den Vulkan von Arequipa im Jahr 1796, und fand auf dem Gipfel ein Kreuz, welches bereits 12 Jahre früher aufgerichtet war. Durch

Vulkan Cotopaxi:*) 17712 F. nach Bouguer.
Vulkan Sahama (Bolivia): †) nach Pentland 20970 F.

Der Vulkan, mit welchem die fünfte Gruppe endigt, ist mehr denn zweimal so hoch als der Aetna, fünf- und ein halbmal so hoch als der Vesuv. Die Stufenleiter der Vulkane, die ich aufgestellt: von den niedrigen Maaren anhebend (Minen-Trichtern ohne Gerüste, die Olivin-Bomben, von halbgeschmolzenen Schieferstücken umgeben, ausgeworfen haben) und bis zu dem noch entzündeten, ein-und-zwanzig-tausend Fuß hohen Sahama aufsteigend, hat uns gelehrt: daß es keinen nothwendigen Zusammenhang zwischen dem Maximum der Erhebung, dem geringeren Maaße der vulkanischen Thätigkeit und der Natur der sichtbaren Gebirgsart giebt. Beobachtungen, die auf einzelne Länder beschränkt bleiben, können hier leicht zu irrigen Annahmen verleiten. In dem Theile von Mexico z. B., welcher in der heißen Zone liegt, sind alle mit ewigem Schnee bedeckten Berge, d. h. die Culminationspunkte des ganzen Landes, allerdings Vulkane; eben so ist es meist in den Cordilleren von Quito, wenn man die glockenförmigen, im Gipfel nicht geöffneten Trachytberge (den Chimborazo und Corazon) den Vulkanen beigesellen will: dagegen sind in der östlichen Andeskette von Bolivia die Maxima der Gebirgshöhen völlig unvulkanisch. Die Nevados von Sorato (19974 Fuß) und Illimani (19843 Fuß) bestehen aus Grauwacken-Schiefern, die von Porphyrmassen ‡) durchbrochen sind, und in denen sich (als Zeu-

eine trigonometrische Operation soll Hänke den Vulkan 3180 Toisen (19080 F.) über dem Meere gefunden haben. Diese, viel zu große Höhen-Angabe entstand wahrscheinlich aus einer irrigen Annahme der absoluten Höhe der Stadt Arequipa, in deren Umgebung die Operation vorgenommen wurde. Wäre damals Hänke mit einem Barometer versehen gewesen, so würde wohl, nachdem er auf den Gipfel gelangt war, ein in trigonometrischen Messungen ganz ungeübter Botaniker nicht zu einer solchen geschritten sein. Nach Hänke erstieg den Vulkan zuerst wieder Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Boston Philosophical Journal 1823 Novbr. p. 168). Im Jahr 1830 schätzte Pentland die Höhe zu 5600 Metern (17240 F.), und diese Zahl (Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1830 p. 325) habe ich für meine Carte hypsométrique de la Cordillère des Andes 1831 benutzt. Mit derselben stimmt befriedigend (bis fast 1/47) die trigonometrische Messung eines französischen See-Officiers, Herrn Dolley, überein, die ich 1826 der wohlwollenden Mittheilung des Cap. Alphonse de Moges in Paris verdankte. Dolley fand trigonometrisch den Gipfel des Vulkans von Arequipa 10348 Fuß, den Gipfel des Charcani 11126 F. über der Hochebene, in welcher die Stadt Arequipa liegt. Setzt man nun nach barometrischen Messungen von Pentland und Rivero die Stadt Arequipa 7366 F. (Pentland 7852 feet in der Höhen-Tabelle zur Physical Geography von Mary Somerville, 3te Aufl. Vol. II. p. 454; Rivero im Memorial de ciencias naturales T. II. Lima 1828 p. 65; Meyen, Reise um die Erde Th. II. 1835 S. 5), so giebt mir Dolley's trigonometrische Operation für den Vulkan von Arequipa 17712 Fuß (2952 Toisen), für den Vulkan Charcani 18492 Fuß (3082 Toisen). Die oben citirte Höhen-Tabelle von Pentland giebt aber für den Vulkan von Arequipa 20320 engl. Fuß, 6190 Meter (19065 Par. Fuß): d. i. 1825 Par. Fuß mehr als die Bestimmung von 1830, und nur zu identisch mit Hänke's trigonometrischer Messung des Jahres 1796! Im Widerspruch mit diesem Resultat wird in den Anales de la Universidad de Chile 1852 p. 221 der Vulkan nur zu 5600 Metern oder 17240 Par. Fuß: also um 590 Meter niedriger, angegeben! Ein trauriger Zustand der Hypsometrie!

*) Boussingault, begleitet von dem kenntnißvollen Obristen Hall, hat fast den Gipfel des Cotopaxi erreicht. Er gelangte nach barometrischer Messung bis zu der Höhe von 5746 Metern oder 17698 F. Es fehlte nur ein kleiner Raum bis zum Rande des Kraters, aber die zu große Lockerheit des Schnees verhinderte das Weitersteigen. Vielleicht ist Bouguer's Höhen-Angabe etwas zu klein, da seine complicirte trigonometrische Berechnung von der Hypothese über die Höhe der Stadt Quito abhängt.

†) Der Sahama, welchen Pentland (Annuaire du Bureau des Long. pour 1830 p. 321) bestimmt einen noch thätigen Vulkan nennt, liegt nach dessen neuer Karte des Thals von Titicaca (1848) östlich von Arica in der westlichen Cordillere. Er ist 871 Fuß höher als der Chimborazo, und das Höhen-Verhältniß des niedrigsten japanischen Vulkans Kosima zum Sahama ist wie 1 zu 30. Ich habe angestanden den chilenischen Aconcagua, der, 1835 von Fitzroy zu 21767 Par. Fuß angegeben, nach Pentland's Correction 22431 Par. F., nach der neuesten Messung (1845) des Capitäns Kellet auf der Fregatte Herald 23004 feet oder 21584 Par. F. hoch ist, in die fünfte Gruppe zu setzen, weil es nach den einander entgegengesetzten Meinungen von Miers (Voyage to Chili Vol. I. p. 283) und Charles Darwin (Journal of Researches into the Geology and Natural History of the various countries visited by the Beagle, 2d ed. p. 291) etwas zweifelhaft bleibt, ob dieser colossale Berg ein noch entzündeter Vulkan ist. Mary Somerville, Pentland und Gilliß (Naval astr. Exped. Vol. I. p. 126) läugnen auch die Entzündung. Darwin sagt: "I was surprised at hearing that the Aconcagua was in action the same night (15. Jan. 1835) because this mountain most rarely shows any sign of action."

‡) Diese durchbrechenden Porphyrmassen zeigen sich besonders in großer Mächtigkeit nahe am Illimani in Cenipampa (14962 F.) und Totorapampa (12860 F.); auch bildet ein glimmerhaltiger Quarzporphyr, Granaten, und zugleich eckige Fragmente von Kieselschiefer einschließend, die obere Kuppe des berühmten silberreichen Cerro de Potosi (Pentland in Handschriften von 1832). Der Illimani, welchen Pentland erst zu 7315 und nachher zu 6445 Metern angab, ist seit dem Jahr 1847 auch der Gegenstand einer sorgfältigen Messung des Ingenieurs Pissis geworden, der bei Gelegenheit seiner großen trigonometrischen Aufnahme der Llanura de Bolivia den Illimani durch drei Triangel zwischen

gen dieses Durchbruchs) Fragmente von Schiefer eingeschlossen finden. Auch in der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Parallel von 1° 35', sind die den Trachyten gegenüber liegenden, ebenfalls in die Region des ewigen Schnees eintretenden, hohen Gipfel (Condorasto, Cuvillan und die Collanes) Glimmerschiefer und Gestellstein. Nach dem, was wir bis jetzt durch die verdienstvollen Arbeiten von Brian H. Hodgson, Jacquemont, Joseph Dalton Hooker, Thompson und Henry Strachey von der mineralogischen Beschaffenheit der größten Höhen des Himalaya wissen, scheinen ebenfalls in diesen die ehemals so genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, aber keine Trachyt-Formationen, sichtbar zu werden. Pentland hat in Bolivia Muschel-Versteinerungen in den silurischen Schiefern am Nevado de Antacaua, 16400 Fuß über dem Meere, zwischen La Paz und Potosi, gefunden. Die ungeheure Höhe, zu welcher nach dem Zeugniß der von Abich aus dem Daghestan, von mir aus den peruanischen Cordilleren (zwischen Guambos und Montan) gesammelten Petrefacten die Kreide-Formation gehoben ist, erinnert recht lebhaft daran, daß unvulkanische Sedimentschichten, voll organischer Reste, nicht zu verwechseln mit vulkanischen Tuffschichten, sich da zeigen, wo weit umher Melaphyre, Trachyte, Dolerite und anderes Pyroxen-Gestein, denen man die hebenden, treibenden Kräfte zuschreibt, in der Tiefe versteckt bleiben. In wie unermeßlichen Strecken der Cordilleren und ihrer östlichen Umgebung ist keine Spur der ganzen Granit-Formation sichtbar!

Da, wie ich schon mehrmals bemerkt, die Frequenz der Ausbrüche eines Vulkans von mehrfachen und sehr verwickelten Ursachen abzuhangen scheint, so ist über das Verhältniß der absoluten Höhe zu der Häufigkeit und dem Maaß der erneuerten Entflammung mit Sicherheit kein allgemeines Gesetz aufzustellen. Wenn in einer kleinen Gruppe die Vergleichung vom Stromboli, dem Vesuv und dem Aetna verleiten kann zu glauben, daß die Anzahl der Eruptionen der Höhe der Vulkane umgekehrt proportional sei; so stehn andere Thatsachen mit diesem Satze in geradem Widerspruche. Sartorius von Waltershausen, der sich um die Kenntniß des Aetna so verdient gemacht hat, bemerkt, daß bei diesem im mittleren Durchschnitt, welchen die letzten Jahrhunderte geben, von sechs zu sechs Jahren ein Ausbruch zu erwarten ist: während das auf Island, wo eigentlich kein Theil der Insel gegen Zerstörung durch unterseeische Glut gesichert ist, an dem, 5400 Fuß niedrigeren Hekla die Eruptionen nur alle 70 bis 80 Jahre beobachtet werden.*) Die Gruppe der Vulkane von Quito bietet einen noch viel auffallenderen Contrast dar. Der 16000 Fuß hohe Vulkan von Sangay ist um vieles thätiger als der kleine Kegelberg Stromboli (2775 F.); er ist unter allen bekannten Vulkanen der, welcher in jeder Viertelstunde die meisten feurigen, weitleuchtenden Schlacken-Auswürfe zeigt. Statt uns in Hypothesen über Causalverhältnisse unzugänglicher Erscheinungen zu verirren, wollen wir lieber hier bei sechs Punkten der Erdfläche verweilen, welche in der Geschichte der vulkanischen Thätigkeit vorzugsweise wichtig und lehrreich sind: bei Stromboli, bei der Chimära in Lycien, dem alten Vulkan von Masaya, dem sehr neuen von Izalco, dem Vulkan Fogo auf den capverdischen Inseln und dem colossalen Sangay.

Die Chimära in Lycien und Stromboli, das alte Strongyle, sind die zwei feurigen Erscheinungen vulkanischer Thätigkeit, deren Permanenz, historisch erwiesen, auch am weitesten hinaufreicht. Der conische Hügel von Stromboli, ein Dolerit-Gestein, ist zweimal höher als der Feuerberg auf Volcano (Hiera, Thermessa), dessen letzter großer Ausbruch sich im Jahr 1775 ereignete. Die ununterbrochene Thätigkeit des Stromboli wird von Strabo und Plinius mit der der Insel Lipari, der alten Meligunis,

Caxamarca und La Paz im Mittel 6509 Meter hoch fand: was von der letzten Pentland'schen Bestimmung nur um 64 Meter abweicht. S. Investigaciones sobre la altitud de los Andes, in den Anales de Chile 1852 p. 217 und 221.

*) Sartorius von Waltershausen, geognost. Skizze von Island S. 103 und 107.

Ich vermuthe vielmehr mit H. von Dechen, daß der Bimsstein trocken ausgeworfen wurde und daß der Traß sich nach Art anderer Conglomerate bildete. „Der Bimsstein ist dem Siebengebirge fremd; und der große Bimsstein-Ausbruch der Eifel, dessen Hauptmasse noch über dem Löß liegt und in einzelnen Theilen mit demselben abwechselt, mag, nach der Vermuthung, zu welcher die Localverhältnisse führen, im Rheinthale oberhalb Neuwied, in dem großen Neuwieder Becken, vielleicht nahe bei Urmits auf der linken Seite des Rheins statt gefunden haben. Bei der Zerreiblichkeit des Stoffes mag die Ausbruch-Stelle durch die spätere Einwirkung des Rheinstromes spurlos verschwunden sein. In dem ganzen Strich der Eifeler Maare wie in dem der Eifeler Vulkane von Bertrich bis Ormond wird kein Bimsstein gefunden. Der des Lacher Sees ist auf dessen Randgebirge beschränkt; und an den übrigen Maaren gehen die kleinen Stücke von Feldspath-Gestein, die im vulkanischen Sande und Tuff liegen, nicht in Bimsstein über."

Wir haben bereits oben die Altersverhältnisse der Maare und der, von ihnen so verschiedenen Ausbrüche der Lavaströme zu der Thalbildung berührt. „Der Trachyt des Siebengebirges scheint viel älter als die Thalbildung, sogar älter als die rheinische Braunkohle. Sein Hervortreten ist der Aufreißung des Rheinthales fremd gewesen, selbst wenn man dieses Thal einer Spaltenbildung zuschreiben sollte. Die Thalbildung ist wesentlich jünger als die rheinische Braunkohle, jünger als der meiste rheinische Basalt; dagegen älter als die vulkanischen Ausbrüche mit Lavaströmen, älter als der große Bimsstein-Ausbruch und der Traß. Basaltbildungen reichen bestimmt bis in eine jüngere Zeit hinein als die Trachytbildung, und die Hauptmasse des Basaltes ist daher für jünger als der Trachyt anzusehn. An den jetzigen Gehängen des Rheinthals wurden viele Basaltgruppen (Unkeler Steinbruch, Rolandseck, Godesberg) erst durch die Thal-Eröffnung bloß gelegt, da sie wahrscheinlich bis dahin im devonischen Grauwacken-Gebirge eingeschlossen waren."

Die Infusorien, deren, durch Ehrenberg erwiesene, so allgemeine Verbreitung auf den Continenten, in den größten Tiefen des Meeres wie in den hohen Schichten des Luftkreises zu den glänzendsten Entdeckungen unsres Zeitalters gehört: haben in der vulkanischen Eifel ihren Hauptsitz in den Rapillen, Traßschichten und Bimsstein-Conglomeraten. Kieselschalige Organismen füllen das Brohlthal und die Auswürflinge von Hochsimmern; bisweilen sind sie im Traß mit unverkohlten Zweigen von Coniferen vermengt. Dies ganze kleine Leben ist nach Ehrenberg ein Süßwasser-Gebilde; und nur ausnahmsweise zeigen sich in der obersten Ablagerung von dem zerreiblichen, gelblichen Löß am Fuß und an den Abhängen des Siebengebirges (auf die brakische vormalige Küstennatur hindeutend) Polythalamien des Meeres.*)

Ist das Phänomen der Maare auf das westliche Deutschland beschränkt? Graf Montlosier, der die Eifel durch eigene Beobachtungen von 1819 kannte und den Mosenberg für einen der schönsten Vulkane erkennt, den er je gesehen, zählt (wie Rozet) zu den Maaren oder Explosions-Krateren den Gouffre de Tazenat, den Lac Pavin und Lac de la Godivel in der Auvergne. Sie sind in sehr verschiedenartigen Gebirgsarten, in Granit, Basalt und Domit (Trachyt-Gestein), eingeschnitten, an den Rändern mit Schlacken nnd Rapilli umgeben. †)

*) Ueber Bildungsalter des Rheinthals s. H. von Dechen, geogn. Beschr. des Siebengebirges in den Verhandlungen des naturhist. Vereins der Preußischen Rheinlande und Westphalens 1852 S. 556—559. — Von den Infusorien der Eifel handelt Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiss. zu Berlin 1844 S. 337, 1845 S. 133 und 148, 1846 S. 161—171. Der mit infusorien-haltigen Bimsstein-Brocken erfüllte Traß von Brohl bildet Hügel bis zu 800 Fuß Höhe.

†) Vergl. Rozet in den Mémoires de la Société géologique, 2ème Série T. I. p. 119. Auch auf der Insel Java, dieser wunderbaren Stätte vielfacher vulkanischer Thätigkeit, findet man „Krater ohne Kegel, gleichsam flache Vulkane" (Junghuhn, Java, seine Gestalt und Pflanzendecke, Lief. VII. S. 640), zwischen Gunung Salak und Perwatki, „als Explosions-Kratere" den Maaren analog. Ohne alle Rand-Erhöhung, liegen sie zum Theil in ganz flachen Gegenden der Gebirge, haben eckige Bruchstücke der gesprengten Gesteinschichten um sich her zerstreut, und stoßen jetzt nur Gas-Arten und Dämpfe aus.

Die Gerüste, welche eine mächtigere Ausbruch-Thätigkeit der Vulkane durch Hebung des Bodens und Lava-Erguß aufbaut, erscheinen wenigstens in sechsfacher Gestalt, und kehren in der Verschiedenheit dieser Gestaltung in den entferntesten Zonen der Erde wieder. Wer in vulkanischen Gegenden zwischen Basalt- und Trachytbergen geboren ist, fühlt sich oft heimisch da, wo dieselben Gestalten ihn anlächeln. Bergformen gehören zu den wichtigsten bestimmenden Elementen der Physiognomik der Natur; sie geben der Gegend, je nachdem sie sich mit Vegetation geschmückt oder in öder Nacktheit erheben, einen fröhlichen, oder einen ernsten, großartigen Charakter. Ich habe ganz neuerlich versucht, in einem besonderen Atlas eine Zahl von Umrissen der Cordilleren von Quito und Mexico, nach eigenen Zeichnungen entworfen, neben einander zu stellen. Wie der Basalt bald in kegelförmigen, am Gipfel etwas abgerundeten Kuppen, bald als nahe an einander gereihte Zwillingsberge von ungleicher Höhe, bald als ein langer horizontaler Rücken, von einer höheren Kuppe an jeglichem Ende begrenzt, auftritt; so unterscheidet man vorzugsweise im Trachyt die majestätische Domform*) (Chimborazo, 20100 Fuß): welche nicht mit der Form, ebenfalls ungeöffneter, aber schlankerer Glockenberge zu verwechseln ist. Die Kegelgestalt ist am vollkommensten†) im Cotopaxi (17712 F.) ausgeprägt; nächst dem im Popocatepetl‡) (16632 F.), wie er am schönen Ufer des Sees von Tezcuco oder von der Höhe der alt-mexicanischen Treppen-Pyramide von Cholula gesehen wird; und im Vulkan||) von Orizaba (16302 F., nach Ferrer 16776 F.). Eine stark abgestumpfte Kegelform§) zeigt der Nevado de Cayambe-Urcu (18170 F.), den der Aequator durchschneidet; wie der Vulkan von Tolima (17010 F.): am Fuß des Paramo de Quindiu, bei dem Städtchen Ibague, über dem Urwald sichtbar.¶) Einen langgestreckten Rücken bildet zum Erstaunen des Geognosten der Vulkan von Pichincha (14910 F.), an dessen einem, wenig höheren Ende der weite, noch entzündete Krater**) liegt.

Durch große Naturbegebenheiten veranlaßte Einstürze von Kraterwänden oder Zerreißung derselben durch minenartige Explosion aus dem tiefen Inneren bringen in Kegelbergen sonderbare und contrastirende Formen hervor: so die Spaltung in Doppel-Pyramiden von mehr oder minder regelmäßiger Art bei dem Carguairazo (14700 F.), plötzlich eingestürzt††) in der Nacht vom 19. Juli 1698, und bei den schöneren Pyramiden‡‡) von Iliniſſa (16362 F.); so eine Crenulirung der oberen Kraterwände, bei welcher zwei, sehr gleichartige, gegen einander anstrebende Hörner die primitive, vormalige Form ahnden lassen, (Capac-Urcu, Cerro del Altar, jetzt nur von 16380 Fuß Höhe). Es hat sich unter den Eingeborenen des Hochlandes von Quito, zwischen Chambo und Lican, zwischen den Gebirgen von Condorasto und Cuvillan, allgemein die Sage erhalten, daß der Gipfel des hier zuletzt genannten Vulkans 14 Jahre vor dem Einfall von Huayna Capac, dem Sohne des Inca Tupac Yupanqui, nach Ausbrüchen, die ununterbrochen sieben bis acht Jahre dauerten, eingestürzt sei und das ganze Plateau, in welchem Neu-Riobamba liegt, mit Bimsstein und vulkanischer Asche bedeckt habe. Der Vulkan, ursprünglich höher als der Chimborazo, wurde in der Inca- oder Quichua-Sprache capac, der König oder Fürst der Berge (urcu), genannt, weil die Eingeborenen seinen Gipfel sich mehr über

---

*) Humboldt, Umrisse von Vulkanen der Cordilleren von Quito und Mexico, ein Beitrag zur Physiognomik der Natur, Tafel IV. (Kleinere Schriften Bd. I. S. 133—205).

†) Umrisse von Vulkanen Tafel VI.

‡) A. a. O. Tafel VIII. (Kleinere Schriften Bd. I. S. 463—467). Ueber die topographische Lage des Popocatepetl (rauchender Berg in aztekischer Sprache) neben der (liegenden) weißen Frau, Iztaccihuatl, und sein geographisches Verhältniß zu dem westlichen See von Tezcuco und der östlich gelegenen Pyramide von Cholula s. meinen Atlas géogr. et phys. de la Nouvelle-Espagne Pl. 3.

||) Umrisse von Vulkanen Tafel IX; der Sternberg, in aztekischer Sprache Citlaltepetl; Kleinere Schriften Bd. I. S. 467—470 und mein Atlas géogr. et phys. de la Nouv. Espagne Pl. 17.

§) Umrisse von Vulkanen Tafel II.

¶) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amèrique (fol.) Pl. LXII.

**) Umrisse von Vulkanen Tafel I. und X. (Kleinere Schriften Bd. I. S. 1—99).

††) Umrisse von Vulkanen Tafel IV.

‡‡) A. a. O. Tafel III. und VII.

die untere Schneegrenze erheben sahen als bei irgend einem anderen Berge der Umgegend.*) Der Große Ararat, dessen Gipfel (16026 F.) Friedrich Parrot im Jahr 1829, Abich und Chodzko in den Jahren 1845 und 1850 erreicht haben, bildet, wie der Chimborazo, einen ungeöffneten Dom. Seine mächtigen Lavaströme sind tief unterhalb der Schneegrenze ausgebrochen. Ein wichtiger Charakter in der Gestaltung des Ararat ist ein Seitenschlund, der tiefe Ausschnitt des Jacobs-Thales, das man mit dem Val del Bove des Aetna vergleichen kann. In demselben wird, nach Abich's Beobachtung, erst recht eigentlich die innere Structur von dem Kern des trachytischen Glockenberges sichtbar, da dieser Kern und die Erhebung des ganzen Ararats um vieles älter sind als die Lavaströme. †) Der Kasbegk und Tschegem, welche auf demselben caucasischen Haupt-Bergrücken (OSO—WNW) ausgebrochen sind als der Elburuz (18500 F.), sind ebenfalls Kegel ohne Gipfel-Krater, während der colossale Elburuz auf seinem Gipfel einen Kratersee trägt.

Da Kegel- und Domformen in allen Weltgegenden bei weitem die häufigsten sind, so ist, wie vereinzelt in der Gruppe der Vulkane von Quito, um desto merkwürdiger der lange Rücken des Vulkans von Pichincha. Ich habe mich mit seiner Gestaltung lange und sorgfältig beschäftigt, und neben seiner, auf viele Winkelmessungen gegründeten Profil-Ansicht auch eine topographische Skizze seiner Queerthäler veröffentlicht. ‡). Pichincha bildet eine über zwei geographische Meilen lange Mauer von schwarzem Trachyt-Gestein (zusammengesetzt aus Augit und Oligoklas), auf einer Spalte in der westlichsten, der Südsee nahen Cordillere gehoben, ohne daß die Achse des hohen Bergrückens mit der der Cordillere, der Richtung nach, zusammentrifft. Auf dem Rücken der Mauer folgen, castellartig aufgesetzt, von SW gen NO die drei Kuppen: Cuntur-guachana, Guagua-Pichincha (das Kind des alten Vulkans) und el Picacho de los Ladrillos. Der eigentliche Feuerberg (Vulkan) wird der Vater oder Alte, Rucu-Pichincha, genannt. Er ist der einzige Theil des langen Bergrückens, welcher in die ewige Schneeregion reicht: also sich zu einer Höhe erhebt, welche die Kuppe von Guagua-Pichincha, dem Kinde, etwa um 180 Fuß übersteigt. Drei thurmartige Felsen umgeben den ovalen Krater, der etwas südwestlicher, also außerhalb der Achsenrichtung einer, im Mittel 14706 Fuß hohen Mauer, liegt. Ich bin auf den östlichsten Felsthurm im Frühjahr 1802 allein mit dem Indianer Felipe Aldas gelangt. Wir standen dort am äußersten Kraterrande, ohngefähr

*) Lange vor der Ankunft von Bouguer und La Condamine (1736) in der Hochebene von Quito, lange vor den Vermessungen der Astronomen wußten dort die Eingeborenen, daß der Chimborazo höher als alle anderen Nevados (Schneeberge) der Gegend sei. Sie hatten zwei, sich fast im ganzen Jahre überall gleich bleibende Niveau-Linien erkannt: die der unteren Grenze des ewigen Schnees; und die Linie der Höhe, bis zu welcher ein einzelner, zufälliger Schneefall herabreicht. Da in der Aequatorial-Gegend von Quito, wie ich durch Messungen an einem anderen Orte (Asie centrale T. III. p. 255) erwiesen habe, die Schneelinie nur um 180 Fuß Höhe an dem Abhange von sechs der höchsten Colosse variirt; und da diese Variation, wie noch kleinere, welche Localverhältnisse erzeugen, in einer großen Entfernung gesehen (die Höhe des Gipfels vom Montblanc ist der Höhe der unteren Aequatorial-Schneegrenze gleich), dem bloßen Auge unbemerkbar wird: so entsteht durch diesen Umstand für die Tropenwelt eine scheinbar ununterbrochene Regelmäßigkeit der Schneebedeckung, d. h. der Form der Schneelinie. Die landschaftliche Darstellung dieser Horizontalität setzt die Physiker in Erstaunen, welche nur an die Unregelmäßigkeit der Schneebedeckung in der veränderlichen, sogenannten gemäßigten Zone gewöhnt sind. Die Gleichheit der Schneehöhe um Quito und die Kenntniß von dem Maximum ihrer Oscillation bietet senkrechte Basen von 14800 Fuß über der Meeresfläche, von 6000 Fuß über der Hochebene dar, in welcher die Städte Quito, Hambato und Nuevo Riobamba liegen: Basen, die mit sehr genauen Messungen von Höhenwinkeln verbunden, zu Distanz-Bestimmungen und mannigfaltigen topographischen, schnell auszuführenden Arbeiten benutzt werden können. Die zweite der hier bezeichneten Niveau-Linien: die Horizontale, welche den unteren Theil eines einzelnen, zufälligen Schneefalles begrenzt, entscheidet über die relative Höhe der Bergkuppen, welche in die Region des ewigen Schnees nicht hineinreichen. Von einer langen Kette solcher Bergkuppen, die man irrigerweise für gleich hoch gehalten hat, bleiben viele unterhalb der temporären Schneelinie; und der Schneefall entscheidet so über das relative Höhenverhältniß. Solche Betrachtungen über perpetuirliche und zufällige Schneegrenzen habe ich in dem Hochgebirge von Quito, wo die Sierras nevadas oft einander genähert sind ohne Zusammenhang ihrer ewigen Schneedecken, aus dem Mund roher Landleute und Hirten vernommen. Eine großartige Natur schärft anregend die Empfänglichkeit bei einzelnen Individuen unter den farbigen Eingeborenen selbst da, wo sie auf der tiefsten Stufe der Cultur stehen.

†) Abich in dem Bulletin de la Société de Géographie, 4ème Série T. I. (1851) p. 517, mit einer sehr schönen Darstellung der Gestalt des alten Vulkans.

‡) Humboldt, Vues des Cord. p. 295 Pl. LXI und Atlas de la Relat. hist. du Voyage Pl. 27.

2300 Fuß hoch über dem Boden des entzündeten Schlundes. Sebastian Wisse, welchem während seines langen Aufenthaltes in Quito die physikalischen Wissenschaften so viele interessante Beobachtungen verdanken, hat die Kühnheit gehabt, im Jahre 1845 mehrere Nächte in einem Theile des Kraters von Rucu-Pichincha zuzubringen, wo das Thermometer gegen Sonnen-Aufgang 2° unter den Nullpunkt fiel. Der Krater ist durch einen, mit verglasten Schlacken bedeckten Felskamm in zwei Theile getheilt. Der östliche liegt über tausend Fuß tiefer als der westliche, und ist jetzt der eigentliche Sitz vulkanischer Thätigkeit. Dort erhebt sich ein Auswurfs-Kegel von 250 Fuß Höhe. Er wird von mehr als 70 entzündeten, Schwefeldampf ausstoßenden Fumarolen umgeben.*) Aus diesem kreisrunden, östlichen Krater, der jetzt an den minder warmen Stellen mit Stauden schilfartiger Gräser und einer bromelienblättrigen Pourretia bedeckt ist, sind wahrscheinlich die feurigen Schlacken-, Bimsstein- und Aschen-Auswürfe des Rucu-Pichincha von 1539, 1560, 1566, 1577, 1580 und 1660 erfolgt. Die Stadt Quito war damals oft tagelang durch die fallenden, staubartigen Rapilli in tiefe Finsterniß gehüllt.

Zu der selteneren Gestaltungs-Classe der Vulkane, welche langgestreckte Rücken bilden, gehören in der Alten Welt: der Galunggung, mit einem großen Krater, im westlichen Theile von Java;†) die Doleritmasse des Schiwelutsch auf Kamtschatka, eines Kettengebirges, auf dessen Kamme sich einzelne Kuppen bis zu der Höhe von 9540 Fuß erheben;‡) der Hekla, von der Nordwest-Seite, in normaler Richtung auf die Haupt- und Längenspalte, gesehen, über der er hervorgebrochen ist, als ein breiter, mit verschiedenen kleinen Hörnern versehener Gebirgsburg. Seit den letzten Eruptionen von 1845 und 1846, die einen Lavastrom von 2 geogr. Meilen Länge und an einigen Stellen von ½ Meile Breite, dem Aetna-Strome von 1669 vergleichbar, gegeben haben, liegen auf dem Rücken des Hekla in einer Reihe fünf kesselförmige Krater. Da die Hauptspalte Nord 65° Ost gerichtet ist, so erscheint der Vulkan, von Selsundsfjäll, d. h. von der Südwest-Seite, also im Queerschnitt, gesehen, als ein spitziger Kegelberg.||)

Wie die Gestalten der Feuerberge so auffallend verschieden sind (Cotopaxi und Pichincha), ohne daß die ausgestoßenen Stoffe und die chemischen Processe des tiefen Inneren sich ändern; so ist die relative Stellung der Erhebungs-Kegel bisweilen noch sonderbarer. Auf Luzon, in der Inselgruppe der Philippinen, erhebt sich der noch thätige Vulkan von Taal, dessen zerstörendster Ausbruch der vom Jahr 1754 war, mitten in einem, von Crocodilen bewohnten, großen See (laguna de Bombon genannt). Der Kegel, der auf der Kotzebue'schen Entdeckungsreise erstiegen ward, hat einen Kratersee, aus welchem wiederum ein Ausbruch-Kegel mit einem zweiten Krater aufsteigt.§) Diese Beschreibung erinnert unwillkührlich an Hanno's Reisejournal, in dem einer Insel gedacht wird, einen kleinen See einschließend, aus dessen Mitte sich eine zweite Insel erhebt. Das Phänomen soll zweimal vorkommen: einmal im Golf des Westlichen Hornes, und dann in der Bai

---

*) Kleinere Schriften Bd. I. S. 61, 81, 83 und 88.

†) Junghuhn, Reise durch Java 1845 S. 215 Tafel XX.

‡) S. Adolf Erman's, auch in geognostischer Hinsicht so wichtige Reise um die Erde Bd. III. S. 271 und 207.

||) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 107; desselben geognostischer Atlas von Island 1853 Tafel XV und XVI.

§) Otto von Kotzebue, Entdeckungs-Reise in die Südsee und in die Berings-Straße 1815—1818 Bd. III. S. 68; Reise-Atlas von Choris 1820 Tafel V; Vicomte d'Archiac, Hist. des Progrès de la Géologie 1847 T. I. p. 544; und Buzeta, Diccionario geogr. estad. historico de las islas Filipinas T. II. (Madrid 1851) p. 436 und 470—471: wo aber der zwiefachen Umzingelung, welche Delamare so wissenschaftlich genau als umständlich in seinem Briefe an Arago (Nov. 1842; Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XVI p. 756) erwähnt, eines zweiten Kraters im Kratersee, nicht gedacht wird. Der große Ausbruch im December 1754 (ein früherer, heftiger geschah am 24. Sept. 1716) zerstörte das alte, am südwestlichen Ufer des Sees gelegene Dorf Taal, welches später weiter vom Vulkan wieder erbaut wurde. Die kleine Insel des Sees, auf welcher der Vulkan emporsteigt, heißt Isla del Volcan (Buzeta a. a. O.). Die absolute Höhe des Vulkans von Taal ist kaum 840 F. Er gehört also nebst dem von Kosima zu den allerniedrigsten. Zur Zeit der amerikanischen Expedition des Cap. Wilkes (1842) war er in voller Thätigkeit; s. United States Explor. Exped. Vol. V. p. 317.

der Gorillas-Affen, an der westafrikanischen Küste.*) So individuelle Schilderungen möchte man auf wirkliche Naturbeobachtung gegründet glauben!

Die kleinste und größte Höhe der Punkte, in denen die vulkanische Thätigkeit des Inneren der Erde sich an der Oberfläche permanent wirksam zeigt, ist eine hypsometrische Betrachtung, die für die physische Erdbeschreibung das Interesse gewährt, welches allen sich auf die Reaction des flüssigen Inneren der Planeten gegen ihre Oberfläche beziehenden Thatsachen eigen ist. Das Maaß der hebenden Kraft†) offenbart sich allerdings in der Höhe vulkanischer Kegelberge; aber über den Einfluß der Höhenverhältnisse auf Frequenz und Stärke der Ausbrüche ist nur mit vieler Vorsicht ein Urtheil zu fällen. Einzelne Contraste gleichartiger Wirkungen in Frequenz und Stärke bei sehr hohen oder sehr niedrigen Vulkanen können hier nicht entscheiden; und von den mehreren Hunderten thätiger Vulkane, die man auf den Continenten und den Inseln voraussetzt, ist die Kenntniß noch so überaus unvollständig, daß die einzig entscheidende Methode, die der Mittelzahlen, noch nicht angewendet werden kann. Auch würden solche Mittelzahlen, wenn sie das bestimmte Resultat geben sollten, in welcher Höhenclasse der Erhebungs-Kegel sich eine schnellere Wiederkehr der Eruptionen offenbare, noch immer Raum zu dem Zweifel übrig lassen, daß neben der Höhe, d. h. der Entfernung von dem vulkanischen Heerde, die unberechenbaren Zufälligkeiten in dem, sich schwerer oder leichter verstopfenden Spaltennetze wirken. Das Phänomen ist also in Hinsicht auf den Causalzusammenhang ein unbestimmtes.

Vorsichtig bei dem Thatsächlichen verweilend, da, wo die Complication der Naturerscheinungen und der Mangel der historischen Nachrichten über die Zahl der Ausbrüche im Lauf der Jahrhunderte das Auffinden des Gesetzlichen noch nicht erlaubt haben, begnüge ich mich, für die vergleichende Hypsometrie der Vulkane fünf Gruppen aufzustellen, in denen die Höhenclassen durch eine kleine, aber sichere Zahl von Beispielen charakterisirt sind. Ich habe in diesen 5 Gruppen nur isolirt sich erhebende, mit noch entzündeten Gipfel-Kratern versehene Kegelberge aufgeführt: also eigentliche, jetzt noch thätige Vulkane; nicht ungeöffnete Glockenberge, wie der Chimborazo. Alle Eruptions-Kegel, die von einem nahen Vulkan abhängig sind oder, fern von demselben, wie auf der Insel Lancerote und im Arso am Epomeo auf Ischia, keinen permanenten Zusammenhang des Inneren mit dem Luftkreise bewahrt haben, bleiben hier ausgeschlossen. Nach dem Zeugniß des eifrigsten Forschers über die Vulcanicität des Aetna, Sartorius von Waltershausen, wird dieser Vulkan von fast 700 größeren und kleineren Ausbruch-Kegeln umgeben. Da die gemessenen Höhen der Gipfel sich auf das Niveau des Meeres, der jetzigen flüssigen Oberfläche des Planeten, beziehen; so ist es wichtig, hier daran zu erinnern, daß Insel-Vulkane, von denen einige nicht tausend Fuß (wie der von Horner und Tilesius beschriebene japanesische Vulkan Kosima‡) am Eingange der Tsugar Straße), andere, wie der Pic von Teneriffa‖), mehr als 11500 Fuß über den Meeresspiegel hervorragen, sich durch vulkanische Kräfte über einen Meeresgrund erhoben haben, der oft 20000 Fuß, ja einmal über 43000 Fuß Tiefe unter der jetzigen Meeres-Oberfläche gefunden worden ist. Um eine Täuschung in numerischen Verhältnissen zu vermeiden, ist auch dieser Erinnerung hinzuzufügen: daß, wenn für die Vulkanne auf den

*) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. III. p. 135; Hannonis Periplus in Hudson's Geogr. Graeci min. T. I. p. 45.

†) Kosmos 1. Buch S. 118.

‡) Ueber die Lage dieses Vulkanes, dessen Kleinheit nur von dem Vulkan von Tanna und von dem des Mendana übertroffen wird, s. die schöne Karte des Japanischen Reichs von F. von Siebold 1840.

‖) Ich nenne hier neben dem Pic von Teneriffa unter den Insel-Vulkanen nicht den Mauna-roa, dessen kegelförmige Gestalt seinem Namen nicht entspricht. In der Sandwich-Sprache bedeutet nämlich mauna Berg und roa zugleich lang und sehr. Ich nenne auch nicht den Hawaii, über dessen Höhe so lange gestritten worden ist und der lange als ein am Gipfel ungeöffneter trachytischer Dom beschrieben wurde. Der berühmte Krater Kiraueah (ein See geschmolzener aufwallender Lava) liegt östlich, nach Wilkes in 3724 Fuß Höhe, dem Fuße des Mauna-roa nahe; vergl. die vortreffliche Beschreibung in Charles Wilkes, Exploring. Exped. Vol. IV. p. 165—196.

Continenten Unterschiede der ersten und vierten Classe, also in Vulkanen von 1000 und 18000 Fuß, sehr beträchtlich scheinen, das Verhältniß dieser Zahlen ganz verändert wird, wenn man (nach Mitscherlich's Versuchen über den Schmelzgrad des Granits und nach der, nicht ganz wahrscheinlichen Hypothese über die mit der Tiefe in arithmetischer Progression gleichmäßig zunehmende Wärme) die obere Grenze des geschmolznen Inneren der Erde etwa zu 114000 Fuß unter dem jetzigen Meeresspiegel annimmt. Bei der durch Verstopfung vulkanischer Spalten sich so mächtig vermehrenden Spannung elastischer Dämpfe sind die Höhen-Unterschiede der bisher gemessenen Vulkane wohl nicht beträchtlich genug, um als Hinderniß angesehen zu werden für das Gelangen der Lava und anderer dichter Massen zur Kraterhöhe.

Hypsometrie der Vulkane.

Erste Gruppe, von 700 bis 4000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan der japanischen Insel Kosima, südlich von Jezo: 700 F. nach Horner.

Der Vulkan der liparischen Insel Volcano: 1224 F. nach Fr. Hoffmann.*)

Gunung Api (bedeutend Feuerberg in der malayischen Sprache), der Vulkan der Insel Banda: 1828 F.

Der, erst im Jahr 1770 aufgestiegene, fast ununterbrochen speiende Vulkan von Izalco†) im Staate San Salvador (Central-Amerika): 2000 F. nach Squier.

Gunung Ringgit, der niedrigste Vulkan von Java: 2200 F. nach Junghuhn.‡)

Stromboli: 2775 F. nach Fr. Hoffmann.

Vesuv, die Rocca del Palo, am höchsten nördlichen Kraterrande: das Mittel meiner beiden Barometer-Messungen ‖) von 1805 und 1822 giebt 3750 Fuß.

Der in der mexicanischen Hochebene §) am 29. Sept. 1759 ausgebrochene Vulkan von Jorullo: 4002 F.

Zweite Gruppe, von 4000 bis 8000 Par. Fuß Höhe.

Mont Peléde la Martinique: 4416 F.? nach Dupuget.

Soufrière de la Guadeloupe: 4567 F. nach Charles Deville

Gunung Lamongan im östlichsten Theile von Java: 5010 F. nach Junghuhn.

Gunung Tengger, von allen Vulkanen Java's der, welcher den größten Krater ¶) hat: Höhe am Eruptions-Kegel Bromo 7080 F. nach Junghuhn.

Vulkan von Osorno (Chili): 7083 F. nach Fitzroy.

Vulkan der Insel Pico**) (Azoren): 7143 F. nach Cap. Vidal.

Der Vulkan von der Insel Bourbon: 7507 F. nach Berth.

Dritte Gruppe, von 8000 bis 12000 Par. Fuß Höhe.

Der Vulkan von Awatscha (Halbinsel Kamtschatka), nicht zu verwechseln ††) mit der etwas nördlicheren Strjeloschnaja Sopka, welche die englischen Seefahrer gewöhnlich den Vulkan von Awatscha nennen: 8360 F. nach Erman.

---

*) Brief von Fr. Hoffmann an Leop. von Buch über die geognostische Constitution der Liparischen Inseln, in Poggend. Annalen Bd. XXVI. 1832 S. 59. Volcano, nach der neueren Messung von Ch. Sainte-Claire Deville 1190 Fuß, hat starke Eruptionen von Schlacken und Asche gehabt in den Jahren 1444, am Ende des 16ten Jahrhunderts, 1731, 1739 und 1771. Seine Fumarolen enthalten Ammoniak, boraxsaures Selen, geschwefelten Arsenik, Phosphor und nach Bornemann Spuren von Jod. Die drei letzten Substanzen treten hier zum ersten Male unter den vulkanischen Producten auf. (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 683)

†) Squier in der American Association (tenth annual meeting, at New-Haven 1850).

‡) S. Franz Junghuhn's überaus lehrreiches Werk: Java, seine Gestalt und Pflanzendecke 1852 Bd. I. S. 99. Der Ringgit ist jetzt fast erloschen, nachdem seine furchtbaren Ausbrüche im Jahre 1586 vielen tausend Menschen das Leben gekostet hatten.

‖) Der Gipfel des Vesuvs ist also nur 244 F. höher als der Brocken.

§) Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XLIII und Atlas géogr. et physique Pl. XXIX.

¶) Junghuhn a. a. O. Bd. I. S. 68 und 98.

**) Vergl. meine Relation hist. T. I. p 93 besonders wegen der Entfernung, in welcher der Gipfel des Vulkans der Insel Pico bisweilen gesehen worden ist. Die ältere Messung Ferrer's gab 7428 Fuß: also 285 F. mehr als die, gewiß sorgfältigere Aufnahme des Cap. Vidal von 1843.

††) Erman in seiner interessanten geognostischen Beschreibung der Vulkane der Halbinsel Kamtschatka giebt der Awatschinskaja oder Gorelaja Sopka 8360 F., und der Strjeloschnaja Sopka, die auch Korjazkaja Sopka genannt wird, 11090 F. (Reise Bd. III.

Vulkan von Antuco*) oder Antojo (Chili): 8368 F. nach Domeyko.
Vulkan der capverdischen Insel †) Fogo: 8587 F. nach Charles Deville.
Vulkan Schiwelutsch (Kamtschatka): der nordöstliche Gipfel 9898 F. nach Erman. ‡)
Aetna: ||) nach Smyth 10200 F.
Pic von Teneriffa: 11408 F. nach Charles Deville. §)
Vulkan Gunung Semeru, der höchste aller Berge auf der Insel Java: 11480 F. nach Junghuhn's barometrischer Messung.
Vulkan Erebus, Br. 77° 32', der nächste am Südpol: ¶) nach Sir James Roß 11603 F.
Vulkan Argäus**) in Cappadocien, jetzt Erdschisch-Dagh, süd-süd-östlich von Kaisarieh: nach Peter von Tschichatscheff 11823 F.

Vierte Gruppe, von 12000 bis 16000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan von Tuqueres††), in dem Hochlande der Provincia de los Pastos: nach Boussingault 12620 F.
Vulkan von Pasto: ‡‡) nach Boussingalt 12620 F.
Vulkan Mauna Roa: ||||) nach Wilkes 12909 F.

S. 401 und 540.) Vergl. über beide Vulkane, von denen der erste der thätigste ist, Leop. de Buch, Descr. phys. des Iles Canaries p. 447—450. Die Erman'sche Messung des Vulkans von Awatscha stimmt am meisten mit der frühesten Messung von Mongez 1787 auf der Expedition von La Pérouse (8198 F.) und mit der neueren des Cap. Beechey (8497 F.) überein. Hofmann auf der Kotzebue'schen und Lenz auf der Lütke'schen Reise fanden nur 7664 und 7705 Fuß; vergl. Lutke, Voy. autour du Monde T. III. p. 67—84. Des Admirals Messung von der Strjeloschnaja Sopka gab 10518 Fuß.

*) Vergl. Pentland's Höhentafel in Mary Somerville's Phys. Geogr. Vol. II. p. 452; Sir Woodbine Parish, Buenos-Ayres and the Prov. of the Rio de la Plata 1852 p. 343; Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. S. 411—434.

†) Sollte der Gipfel dieses merkwürdigen Vulkans im Abnehmen der Höhe begriffen sein? Eine barometrische Messung von Balden, Vidal und Mudge im Jahr 1819 gab noch 2975 Meter oder 9156 Fuß: während ein sehr genauer und geübter Beobachter, welcher der Geognosie der Vulkane so wichtige Dienste geleistet hat, Sainte-Claire Deville (Voyage aux Iles Antilles et à l'Ile de Fogo p. 155) im Jahr 1842 nur 2790 Meter oder 8587 Fuß fand. Cap. King hatte kurz vorher die Höhe des Vulkans von Fogo gar nur zu 2686 Metern oder 8267 Fuß bestimmt.

‡) Erman, Reise Bd. III. S. 271, 275 und 297. Der Vulkan Schiwelutsch hat, wie der Pichincha, die bei thätigen Vulkanen seltene Form eines langen Rückens (chrebet), auf dem sich einzelne Kuppen u. Kämme (grebni) erheben. Glocken- und Kegelberge werden in dem vulkanischen Gebiete der Halbinsel immer durch den Namen sopki bezeichnet.

||) Wegen der merkwürdigen Uebereinstimmung der trigonometrischen Messung mit der barometrischen von Sir John Herschel s. Kosmos 1. Buch S. 10.

§) Die barometrische Messung von Sainte-Claire Deville (Voyage aux Antilles p. 102—118) im Jahr 1842 gab 3706 Meter oder 11408 Fuß: nahe übereinstimmend mit dem Resultate (11430 Fuß) der zweiten trigonometrischen Messung Borda's vom Jahre 1776, welche ich aus dem Manuscrit du Dépôt de la Marine habe zuerst veröffentlichen können (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 116 und 275—287). Borda's erste, mit Pingré gemeinschaftlich unternommene, trigonometrische Messung vom Jahr 1771 gab, statt 11430 Fuß, nur 10452 F. Die Ursach des Irrthums war die falsche Notirung eines Winkels (33' statt 53'): wie mir Borda, dessen großem persönlichen Wohlwollen ich vor meiner Orinoco-Reise so viele nützliche Rathschläge verdanke, selbst erzählte.

¶) Ich folge der Angabe von Pentland, 12367 engl. Fuß: um so mehr, als in Sir James Roß, Voy. of discovery in the antarctic Regions Vol. I. p. 216, die Höhe des Vulkans, dessen Rauch und Flammen-Ausbrüche selbst bei Tage sichtbar waren, im allgemeinen zu 12400 engl. Fußen (11634 Pariser Fuß) angegeben wird.

**) Ueber den Argäus, den Hamilton zuerst bestiegen und barometrisch gemessen (zu 11921 Pariser Fuß oder 3905m), s. Peter von Tchihatcheff, Asie mineure (1853) T. I. p. 441—449 und 571. Wm. Hamilton in seinem vortrefflichen Werke (Researches in Asia Minor) erhält als Mittel von einer Barometer-Messung und einigen Höhenwinkeln 13000 feet (12196 Par. F.); wenn aber nach Ainsworth die Höhe von Kaisarieh 1000 feet (938 Par. F.) niedriger ist, als er sie annimmt: nur 11258 Par. F. Vergl. Hamilton in den Transact. of the Geolog. Soc. Vol. V. Part. 3. 1840 p. 596. Vom Argäus (Erdschisch Dagh) gegen Süden, in der großen Ebene von Eregli, erheben sich südlich von dem Dorfe Karabunar und von der Berggruppe Karadscha-Dagh viele, sehr kleine Ausbruch-Kegel. Einer derselben, mit einem Krater versehen, hat eine wunderbare Schiffsgestalt, an dem Vordertheil wie in einen Schnabel auslaufend. Es liegt dieser Krater in einem Salzsee, an dem Wege von Karabunar nach Eregli, eine starke Meile von dem erstern Orte entfernt. Der Hügel führt denselben Namen. (Tchihatcheff T. I. p. 455; William Hamilton, Researches in Asia Minor Vol II. p. 217.)

††) Die angegebene Höhe ist eigentlich die des grasgrünen Bergsees Laguna verde, an dessen Rande sich die von Boussingault untersuchte Solfatara befindet (Acosta, Viajes cientificos á los Andes ecuatoriales 1849 p. 75.)

‡‡) Boussingault ist bis zum Krater gelangt und hat die Höhe barometrisch gemessen; sie stimmt sehr nahe mit der überein, die ich 23 Jahre früher, auf der Reise von Popayan nach Quito, schätzungsweise bekannt gemacht.

||||) Die Höhe weniger Vulkane ist so überschätzt worden als die Höhe des Colosses der Sandwich Inseln. Wir sehen dieselbe nach und nach von 17270 Fuß (einer Angabe aus der dritten Reise von Cook) zu 15465 Fuß in King's, zu 15588 Fuß in Marchand's Messung, zu 12909 Fuß durch Cap. Wilkes, und zu 12693 F. durch Horner auf der Reise von Kotzebue herabsinken. Die

Vulkan von **Cumbal***) in der Prov. delos Pastos: 14654 F. nach Boussingault.

Vulkan **Kliutschewsk**†) (Kamtschatka): nach Erman 14790 F.

Vulkan **Rucu-Pichincha**: nach barometrischen Messungen von Humboldt 14940 F.

Vulkan **Tunguragua**: nach einer trigonometrischen Messung‡) von Humboldt 15473 F.

Vulkan von **Puracé**||) bei Popayan: 15957 F. nach José Caldas.

Fünfte Gruppe, von 16000 bis mehr als 20000 Par. Fuß Höhe.

Vulkan **Sangay**, süd-süd-östlich von Quito: 16068 F. nach Bouguer und La Condamine §)

Vulkan **Popocatepetl**:¶) nach einer trigonometrischen Messung von Humboldt 16632 F.

Vulkan von **Orizaba**:**) nach Ferrer 16776 F.

Eliasberg††) (Westküste Nordamerika's): nach den Messungen von Quadra und Galeano 16750 F.

Vulkan von **Tolima**:‡‡) nach einer trigonometrischen Messung von Humboldt 17010 F.

Vulkan von **Arequipa**:||||) nach einer trigonometrischen Messung von Dolley 17714 F.?

Grundlagen des letztgenannten Resultates hat Leopold von Buch zuerst bekannt gemacht in der Descr. phys. des Iles Canaries p. 379. Vergl. Wilkes, Explor. Exped. Vol. IV. p. 111—162. Der östliche Kraterrand hat nur 12609 F. Die Annahme größerer Höhe bei der behaupteten Schneelosigkeit des Mauna-Roa (Br. 19° 28') würde dazu dem Resultat widersprechen, daß nach meinen Messungen im mexicanischen Continent in derselben Breite die Grenze des ewigen Schnees schon 13860 Fuß hoch gefunden worden ist (Humboldt, Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 97, Asie centr. T. III. p. 269 und 359).

*) Der Vulkan erhebt sich westlich von dem Dorfe Cumbal, das selbst 9911 Fuß über dem Meere liegt (Acosta p. 76).

†) Ich gebe das Resultat von Erman's mehrfachen Messungen im Sept. 1829. Die Höhe der Kraterränder soll Veränderungen durch häufige Eruptionen ausgesetzt sein; denn es hatten im August 1828 Messungen, die dasselbe Vertrauen einflößen konnten, eine Höhe von 15040 Fuß gegeben. Vergl. Erman's physikalische Beobachtungen auf einer Reise um die Erde Bd. I. S. 400 und 419 mit dem historischen Bericht der Reise Bd. III. S. 358—360.

‡) Bouguer und La Condamine geben in der Inschrift zu Quito für den Tunguragua vor dem großen Ausbruch von 1772 und vor dem Erdbeben von Riobamba (1797), welches große Bergstürze veranlaßte, 15738 F. Ich fand trigonometrisch im Jahr 1802 für den Gipfel des Vulkans nur 15473 F.

||) Die barometrische Messung des höchsten Gipfels vom Volcan de Puracé durch Francisco José Caldas, der, wie mein theurer Freund und Reisebegleiter Carlos Montufar, als ein blutiges Opfer seiner Liebe für die Unabhängigkeit und Freiheit des Vaterlandes fiel, giebt Acosta (Viajes cientificos p. 70) zu 5184 Metern (15957 F.) an. Die Höhe des kleinen, Schwefeldampf mit heftigem Geräusch ausstoßenden Kraters (Azufral del Boqueron) habe ich 13524 F. gefunden; Humboldt, Recueil d'Observ. astronomiques et d'opérations trigonom. Vol. I. p. 304.

§) Der Sangay ist durch seine ununterbrochene Thätigkeit und seine Lage überaus merkwürdig: noch etwas östlich entfernt von der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Rio Pastaza, in 26 Meilen Abstandes von der nächsten Küste der Südsee: eine Lage, welche (wie die Vulkane des Himmelsgebirges in Asien) eben nicht die Theorie unterstützt, nach der die östlichen Cordilleren in Chili wegen Meeresferne frei von vulkanischen Ausbrüchen sein sollen. Der geistreiche Darwin hat nicht verfehlt dieser alten und weit verbreiteten vulkanischen Littoral-Theorie in den Geological Observations on South America 1846 p. 185 umständlich zu gedenken.

¶) Ich habe den Popocatepetl, welcher auch der Volcan grande de Mexico genannt wird, in der Ebene von Tetimba bei dem Indianer-Dorfe San Nicolas de los Ranchos gemessen. Es scheint mir noch immer ungewiß, welcher von beiden Vulkanen, der Popocatepetl oder der Pic von Orizaba, der höhere sei. Vergl. Humboldt, Recueil d'Observ. astrom. Vol. II. p. 543.

**) Der mit ewigem Schnee bedeckte Pic von Orizaba, dessen geographische Ortsbestimmung vor meiner Reise überaus irrig auf allen Karten angegeben war, so wichtig auch dieser Punkt für die Schifffahrt bei der Landung in Veracruz ist, wurde zuerst im Jahr 1796 vom Encero aus trigonometrisch durch Ferrer gemessen. Die Messung gab 16776 Fuß. Eine ähnliche Operation habe ich in einer kleinen Ebene bei Xalapa versucht. Ich fand nur 16302 F.; aber die Höhenwinkel waren sehr klein und die Grundlinie schwierig zu nivelliren. Vergl. Humboldt, Essai politique sur la Nouv. Espagne, 2ème éd. T. I. 1825 p. 166; meinen Atlas du Mexique (Carte des fausses positions) Pl. X., und Kleinere Schriften Bd. I. S. 468.

††) Humboldt, Essai sur la Géogr. des Plantes 1807 p. 153. Die Höhe ist unsicher, vielleicht mehr als 1/15 zu groß.

‡‡) Ich habe den abgestumpften Kegel des Vulkans von Tolima, der am nördlichen Ende des Paramo de Quindiu liegt, im Valle del Carvajal bei dem Städtchen Ibagué gemessen im Jahr 1802. Man sieht den Berg ebenfalls, in großer Entfernung, auf der Hochebene von Bogota. In dieser Ferne hat Caldas durch eine etwas verwickelte Combination im Jahr 1806 ein ziemlich angenähertes Resultat (17292 F.) gefunden; Semanario de la Nueva Granada, nueva Edicion, aumentada por J. Acosta 1849 p. 349.

||||) Die absolute Höhe des Vulkans von Arequipa ist so verschieden angegeben worden, daß es schwer wird zwischen bloßen Schätzungen und wirklichen Messungen zu unterscheiden. Der ausgezeichnete Botaniker der Malaspina'schen Weltumseglung, Dr. Thaddäus Hänke, gebürtig aus Prag, erstieg den Vulkan von Arequipa im Jahr 1796, und fand auf dem Gipfel ein Kreuz, welches bereits 12 Jahre früher aufgerichtet war. Durch

Vulkan Cotopaxi:*) 17712 F. nach Bouguer.
Vulkan Sahama (Bolivia):†) nach Pentland 20970 F.

Der Vulkan, mit welchem die fünfte Gruppe endigt, ist mehr denn zweimal so hoch als der Aetna, fünf- und ein halbmal so hoch als der Vesuv. Die Stufenleiter der Vulkane, die ich aufgestellt: von den niedrigen Maaren anhebend (Minen-Trichtern ohne Gerüste, die Olivin-Bomben, von halbgeschmolzenen Schieferstücken umgeben, ausgeworfen haben) und bis zu dem noch entzündeten, ein-und-zwanzig-tausend Fuß hohen Sahama aufsteigend, hat uns gelehrt: daß es keinen nothwendigen Zusammenhang zwischen dem Maximum der Erhebung, dem geringeren Maaße der vulkanischen Thätigkeit und der Natur der sichtbaren Gebirgsart giebt. Beobachtungen, die auf einzelne Länder beschränkt bleiben, können hier leicht zu irrigen Annahmen verleiten. In dem Theile von Mexico z. B., welcher in der heißen Zone liegt, sind alle mit ewigem Schnee bedeckten Berge, d. h. die Culminationspunkte des ganzen Landes, allerdings Vulkane; eben so ist es meist in den Cordilleren von Quito, wenn man die glockenförmigen, im Gipfel nicht geöffneten Trachytberge (den Chimborazo und Corazon) den Vulkanen beigesellen will: dagegen sind in der östlichen Andeskette von Bolivia die Maxima der Gebirgshöhen völlig unvulkanisch. Die Nevados von Sorata (19974 Fuß) und Illimani (19843 Fuß) bestehen aus Grauwacken-Schiefern, die von Porphyrmassen‡) durchbrochen sind, und in denen sich (als Zeu-

eine trigonometrische Operation soll Hänke den Vulkan 3180 Toisen (19080 F.) über dem Meere gefunden haben. Diese, viel zu große Höhen-Angabe entstand wahrscheinlich aus einer irrigen Annahme der absoluten Höhe der Stadt Arequipa, in deren Umgebung die Operation vorgenommen wurde. Wäre damals Hänke mit einem Barometer versehen gewesen, so würde wohl, nachdem er auf den Gipfel gelangt war, ein in trigonometrischen Messungen ganz ungeübter Botaniker nicht zu einer solchen geschritten sein. Nach Hänke erstieg den Vulkan zuerst wieder Samuel Curzon aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Boston Philosophical Journal 1823 Novbr. p. 168). Im Jahr 1830 schätzte Pentland die Höhe zu 5600 Metern (17240 F.), und diese Zahl (Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1830 p. 325) habe ich für meine Carte hypsométrique de la Cordillère des Andes 1831 beibehalten. Mit derselben stimmt befriedigend (bis fast 1/47) die trigonometrische Messung eines französischen See-Officiers, Herrn Dolley, überein, die ich 1826 der wohlwollenden Mittheilung des Cap. Alphonse de Moges in Paris verdankte. Dolley fand trigonometrisch den Gipfel des Vulkans von Arequipa 10348 Fuß, den Gipfel des Charcani 11126 F. über der Hochebene, in welcher die Stadt Arequipa liegt. Setzt man nun nach barometrischen Messungen von Pentland und Rivero die Stadt Arequipa 7366 F. (Pentland 7852 feet in der Höhen-Tabelle zur Physical Geography von Mary Somerville, 3te Aufl. Vol. II. p. 454; Rivero im Memorial de ciencias naturales T. II. Lima 1828 p. 65; Meyen, Reise um die Erde Th. II. 1835 S. 5), so giebt mir Dolley's trigonometrische Operation für den Vulkan von Arequipa 17712 Fuß (2952 Toisen), für den Vulkan Charcani 18492 Fuß (3082 Toisen). Die oben citirte Höhen-Tabelle von Pentland giebt aber für den Vulkan von Arequipa 20320 engl. Fuß, 6190 Meter (19065 Par. Fuß): d. i. 1825 Par. Fuß mehr als die Bestimmung von 1830, und nur zu identisch mit Hänke's trigonometrischer Messung des Jahres 1796! Im Widerspruch mit diesem Resultat wird in den Anales de la Universidad de Chile 1852 p. 221 der Vulkan nur zu 5600 Metern oder 17240 Par. Fuß: also um 590 Meter niedriger, angegeben! Ein trauriger Zustand der Hypsometrie!

*) Boussingault, begleitet von dem kenntnißvollen Obristen Hall, hat fast den Gipfel des Cotopaxi erreicht. Er gelangte nach barometrischer Messung bis zu der Höhe von 5746 Metern oder 17698 F. Es fehlte nur ein kleiner Raum bis zum Rande des Kraters, aber die zu große Lockerheit des Schnees verhinderte das Weitersteigen. Vielleicht ist Bouguer's Höhen-Angabe etwas zu klein, da seine complicirte trigonometrische Berechnung von der Hypothese über die Höhe der Stadt Quito abhängt.

†) Der Sahama, welchen Pentland (Annuaire du Bureau des Long. pour 1830 p. 321) bestimmt einen noch thätigen Vulkan nennt, liegt nach dessen neuer Karte des Thals von Titicaca (1848) östlich von Arica in der westlichen Cordillere. Er ist 871 Fuß höher als der Chimborazo, und das Höhen-Verhältniß des niedrigsten japanischen Vulkans Kosima zum Sahama ist wie 1 zu 30. Ich habe angestanden den chilenischen Aconcagua, der, 1835 von Fitzroy zu 21767 Par. Fuß angegeben, nach Pentland's Correction 22431 Par. F., nach der neuesten Messung (1845) des Capitäns Kellet auf der Fregatte Herald 23004 feet oder 21584 Par. F. hoch ist, in die fünfte Gruppe zu setzen, weil es nach den einander entgegengesetzten Meinungen von Miers (Voyage to Chili Vol. I. p. 283) und Charles Darwin (Journal of Researches into the Geology and Natural History of the various countries visited by the Beagle, 2d ed. p. 291) etwas zweifelhaft bleibt, ob dieser colossale Berg ein noch entzündeter Vulkan ist. Mary Somerville, Pentland und Gilliß (Naval astr. Exped. Vol. I. p. 126) läugnen auch die Entzündung. Darwin sagt: "I was surprised at hearing that the Aconcagua was in action the same night (15. Jan. 1835) because this mountain most rarely shows any sign of action."

‡) Diese durchbrechenden Porphyrmassen zeigen sich besonders in großer Mächtigkeit nahe am Illimani in Cenipampa (14962 F.) und Totorapampa (13860 F.); auch bildet ein glimmerhaltiger Quarzporphyr, Granaten, und zugleich eckige Fragmente von Kieselschiefer einschließend, die obere Kuppe des berühmten silberreichen Cerro de Potosi (Pentland in Handschriften von 1832). Der Illimani, welchen Pentland erst zu 7315 und nachher zu 6445 Metern angab, ist seit dem Jahr 1847 auch der Gegenstand einer sorgfältigen Messung des Ingenieurs Pissis geworden, der bei Gelegenheit seiner großen trigonometrischen Aufnahme der Llanura de Bolivia den Illimani durch drei Triangel zwischen

gen dieses Durchbruchs) Fragmente von Schiefer eingeschlossen finden. Auch in der östlichen Cordillere von Quito, südlich vom Parallel von 1° 35′, sind die den Trachyten gegenüber liegenden, ebenfalls in die Region des ewigen Schnees eintretenden, hohen Gipfel (Condorasto, Cuvillan und die Collanes) Glimmerschiefer und Gestellstein. Nach dem, was wir bis jetzt durch die verdienstvollen Arbeiten von Brian H. Hodgson, Jacquemont, Joseph Dalton Hooker, Thompson und Henry Strachey von der mineralogischen Beschaffenheit der größten Höhen des Himalaya wissen, scheinen ebenfalls in diesen die ehemals so genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, aber keine Trachyt-Formationen, sichtbar zu werden. Pentland hat in Bolivia Muschel-Versteinerungen in den silurischen Schiefern am Nevado de Antacaua, 16400 Fuß über dem Meere, zwischen La Paz und Potosi, gefunden. Die ungeheure Höhe, zu welcher nach dem Zeugniß der von Abich aus dem Daghestan, von mir aus den peruanischen Cordilleren (zwischen Guambos und Montan) gesammelten Petrefacten die Kreide-Formation gehoben ist, erinnert recht lebhaft daran, daß unvulkanische Sedimentschichten, voll organischer Reste, nicht zu verwechseln mit vulkanischen Tuffschichten, sich da zeigen, wo weit umher Melaphyre, Trachyte, Dolerite und anderes Pyroxen-Gestein, denen man die hebenden, treibenden Kräfte zuschreibt, in der Tiefe versteckt bleiben. In wie unermeßlichen Strecken der Cordilleren und ihrer östlichen Umgebung ist keine Spur der ganzen Granit-Formation sichtbar!

Da, wie ich schon mehrmals bemerkt, die Frequenz der Ausbrüche eines Vulkans von mehrfachen und sehr verwickelten Ursachen abzuhangen scheint, so ist über das Verhältniß der absoluten Höhe zu der Häufigkeit und dem Maaß der erneuerten Entflammung mit Sicherheit kein allgemeines Gesetz aufzustellen. Wenn in einer kleinen Gruppe die Vergleichung vom Stromboli, dem Vesuv und dem Aetna verleiten kann zu glauben, daß die Anzahl der Eruptionen der Höhe der Vulkane umgekehrt proportional sei; so stehn andere Thatsachen mit diesem Satze in geradem Widerspruche. Sartorius von Waltershausen, der sich um die Kenntniß des Aetna so verdient gemacht hat, bemerkt, daß bei diesem im mittleren Durchschnitt, welchen die letzten Jahrhunderte geben, von sechs zu sechs Jahren ein Ausbruch zu erwarten ist: während das auf Island, wo eigentlich kein Theil der Insel gegen Zerstörung durch unterseeische Glut gesichert ist, an dem, 5400 Fuß niedrigeren Hekla die Eruptionen nur alle 70 bis 80 Jahre beobachtet werden.*) Die Gruppe der Vulkane von Quito bietet einen noch viel auffallenderen Contrast dar. Der 16000 Fuß hohe Vulkan von Sangay ist um vieles thätiger als der kleine Kegelberg Stromboli (2775 F.); er ist unter allen bekannten Vulkanen der, welcher in jeder Viertelstunde die meisten feurigen, weitleuchtenden Schlacken-Auswürfe zeigt. Statt uns in Hypothesen über Causalverhältnisse unzugänglicher Erscheinungen zu verirren, wollen wir lieber hier bei sechs Punkten der Erdfläche verweilen, welche in der Geschichte der vulkanischen Thätigkeit vorzugsweise wichtig und lehrreich sind: bei Stromboli, bei der Chimära in Lycien, dem alten Vulkan von Masaya, dem sehr neuen von Izalco, dem Vulkan Fogo auf den capverdischen Inseln und dem colossalen Sangay.

Die Chimära in Lycien und Stromboli, das alte Strongyle, sind die zwei feurigen Erscheinungen vulkanischer Thätigkeit, deren Permanenz, historisch erwiesen, auch am weitesten hinaufreicht. Der conische Hügel von Stromboli, ein Dolerit-Gestein, ist zweimal höher als der Feuerberg auf Volcano (Hiera, Thermessa), dessen letzter großer Ausbruch sich im Jahr 1775 ereignete. Die ununterbrochene Thätigkeit des Stromboli wird von Strabo und Plinius mit der der Insel Lipari, der alten Meligunis,

---

Caxamarca und La Paz im Mittel 6509 Meter hoch fand: was von der letzten Pentland'schen Bestimmung nur um 64 Meter abweicht. S. Investigaciones sobre la altitud de los Andes, in den Anales de Chile 1852 p. 217 und 221.

*) Sartorius von Waltershausen, geognost. Skizze von Island S. 103 und 107.

verglichen; „seiner Flamme" aber, d. i. seinen ausgestoßenen Schlacken, „bei weniger Hitze eine größere Reinheit und Leuchtkraft" zugeschrieben.*) Die Zahl und Gestalt der kleinen Feuerschlünde ist sehr wechselnd. Spallanzani's lange für übertrieben gehaltene Darstellung des Kraterbodens ist von einem erfahrneren Geognosten, Friedrich Hoffmann, wie auch noch neuerlichst von einem scharfsinnigen Physiker, A. de Quatrefages, vollkommen bestätigt worden. Einer der rothglühenden Feuerschlünde hat eine Oeffnung von nur 20 Fuß Durchmesser; es gleicht dieselbe dem Schacht eines hohen Ofens, und man sieht in ihr zu jeder Stunde, oben an dem Kraterrande gelagert, das Aufsteigen und Ueberwallen der flüssigen Lava. Die, uralten, permanenten Ausbrüche des Stromboli dienen noch jetzt bisweilen zur Orientirung der Schiffenden; und durch Beobachtung der Richtung der Flamme und der aufsteigenden Dampfsäule wie bei den Griechen und Römern, zu unsicherer Wetterprophezeiung. An die Mythe von des Aeolus frühestem Aufenthalte auf Strongyle, und mehr noch an Beobachtungen über das damals heftige Feuer auf Volcano (der „heiligen Insel des Hephaistos"), knüpft Polybius, der eine sonderbar genaue Kenntniß von dem Zustand des Kraters verräth, die mannigfaltigen Kennzeichen einer nahen Windveränderung. Die Frequenz der Feuer-Erscheinung hat in der neuesten Zeit einige Unregelmäßigkeit gezeigt. Die Thätigkeit des Stromboli ist, wie die des Aetna nach Sartorius von Waltershausen, am größten im November und in den Wintermonaten. Sie wird bisweilen durch einzelne Ruhepunkte unterbrochen; letztere sind aber, wie eine Erfahrung von vielen Jahrhunderten lehrt, von sehr kurzer Dauer.

Die Chimära in Lycien, welche der Admiral Beaufort so trefflich beschrieben und deren ich schon zweimal erwähnt habe†), ist kein Vulkan, sondern ein perpetuirlicher Feuerbrunnen, eine durch die vulkanische Thätigkeit des Erd-Inneren immerfort entzündete Gasquelle. Dieselbe hat vor wenigen Monaten ein talentvoller Künstler, Albert Berg, besucht, um diese, in dem hohen Alterthume (seit den Zeiten des Ctesias und Scylax aus Caryanda) schon berühmte Oertlichkeit malerisch aufzunehmen, und die Gebirgsarten zu sammeln, aus denen die Chimära ausbricht. Die Beschreibungen von Beaufort, Professor Edward Forbes und Lieutenant Spratt in den Travels in Lycia finden sich vollkommen bestätigt. Eine Eruptiv-Masse von Serpentin-Gestein durchsetzt den dichten Kalkstein in einer Schlucht, die von Südost in Nordwest ansteigt. An dem nordwestlichen Ende dieser

*) Strabo lib. VI. p. 276 Casaub.; Plin. Hist. nat. III. 9: "Strongyle, quae a Lipara liquidiore flamma tantum differt; e cujus fumo quinam flaturi sint venti, in triduo praedicere incolae traduntur." Vergl. auch Urlichs, Vindiciae Plinianae 1853 Fasc. I. p. 39. Der, einst so thätige Vulkan von Lipara (im Nordosten der Insel) scheint mir entweder der Monte Campo bianco oder der Monte di Capo Castagno gewesen zu sein. (Vergl. Hoffmann in Poggendorff's Annalen Bd. XXVI. S. 49—54.)

†) Kosmos 1. Buch S. 115; 4. Buch S. 647. Herr Albert Berg, der früher ein malerisches Werk: „Physiognomie der tropischen Vegetation von Südamerika" herausgegeben, hat 1853 von Rhodes und der Bucht von Myra (Andriace) aus die Chimära in Lycien bei Deliktasch und Janartasch besucht. (Das türkische Wort tâsch bedeutet Stein, wie dâgh und tâgh Berg; Deliktasch bedeutet: durchlöcherter Stein vom türk. delik, Loch.) Der Reisende sah das Serpentinstein-Gebirge zuerst bei Adrasan, während Beaufort schon bei der Insel Garabusa (nicht Grambusa), südlich vom Cap Chelidonia, den dunkelfarbigen Serpentin auf Kalkstein angelagert, vielleicht ihm eingelagert, fand. „Nahe bei den Ueberbleibseln des alten Vulkans-Tempels erheben sich die Reste einer christlichen Kirche im späten byzantinischen Style: Reste des Hauptschiffs und zweier Seiten-Capellen. In einem gegen Osten gelegenen Vorhofe bricht die Flamme in dem Serpentin-Gestein aus einer etwa 2 Fuß breiten und 1 Fuß hohen, caminartigen Oeffnung hervor. Sie schlägt 3 bis 4 Fuß in die Höhe, und verbreitet (als Naphtha-Quelle?) einen Wohlgeruch, der sich bis in die Entfernung von 40 Schritten bemerkbar macht. Neben dieser großen Flamme und außerhalb der caminartigen Oeffnung erscheinen auch auf Nebenspalten mehrere sehr kleine, immer entzündete, züngelnde Flammen. Das Gestein, von der Flamme berührt, ist stark geschwärzt; und der abgesetzte Ruß wird gesammelt zur Linderung der Schmerzen in den Augenlidern und besonders zur Färbung der Augenbraunen. In drei Schritt Entfernung von der Chimära-Flamme ist die Wärme, die sie verbreitet, schwer zu ertragen. Ein Stück dürres Holz entzündet sich, wenn man es in die Oeffnung hält und der Flamme nähert, ohne sie zu berühren. Da, wo das alte Gemäuer an den Felsen angelehnt ist, dringt auch aus den Zwischenräumen der Steine des Gemäuers Gas aus, das wahrscheinlich von niederer Temperatur oder anders gemengt, sich nicht von selbst entzündet, wohl aber durch ein genähertes Licht. Acht Fuß unter der großen Flamme, im Inneren der Ruine, findet sich eine runde, 6 Fuß tiefe aber nur 3 F. weite Oeffnung, welche wahrscheinlich einst überwölbt war, weil ein Wasserquell dort in der feuchten Jahreszeit ausbricht, neben einer Spalte, über der ein Flämmchen spielt." (Aus der Handschrift des Reisenden.) — Auf einem Situationsplan zeigt Berg die geographischen Verhältnisse der Alluvialschichten, des (Tertiär-?) Kalksteins und des Serpentin-Gebirges.

Schlucht ist der Serpentinstein durch einen in einen Bogen gekrümmten Kamm von Kalkfelsen abgeschnitten oder vielleicht bloß verdeckt. Die mitgebrachten Stücke sind theils grün und frisch, theils braun und im Zustand der Verwitterung. In beiden Serpentinen ist Diallag deutlich erkennbar.

Der Vulkan von Masaya*), dessen Ruf unter dem Namen der Hölle, el Infierno de Masaya, schon im Anfang des 16ten Jahrhunderts weit verbreitet war und zu Berichten an Kaiser Carl V. Anlaß gab, liegt zwischen den beiden Seen Nicaragua und Managua, südwestlich von dem reizenden Indianer-Dorfe Nindiri. Er bot Jahrhunderte lang dasselbe seltene Phänomen dar, das wir am Vulkan von Stromboli beschrieben haben. Man sah vom Kraterrande aus, in dem rotglühenden Schlunde, die von Dämpfen bewegten, auf- und niederschlagenden Wellen flüssiger Lava. Der spanische Geschichtsschreiber Gonzalez Fernando de Oviedo bestieg den Masaya zuerst im Juli 1529, und stellte Vergleichungen an mit dem Vesuv, welchen er früher (1501) in Begleitung der Königin von Neapel als ihr xefe de guardaropa besucht hatte. Der Name Masaya gehört der Chorotega-Sprache von Nicaragua an und bedeutet brennender Berg. Der Vulkan, von einem weiten Lavafelde (mal-pays) umgeben, das er wahrscheinlich selbst erzeugt hat, wurde damals zu der Berggruppe der „neun brennenden Maribios" gezählt. In dem gewöhnlichen Zustande, sagt Oviedo, steht die Oberfläche der Lava, auf welcher schwarze Schlacken schwimmen, mehrere hundert Fuß unter dem Kraterrande; bisweilen aber ist die Aufwallung plötzlich so groß, daß die Lava fast den oberen Rand erreicht. Das perpetuirliche Lichtphänomen wird, wie Oviedo sich bestimmt und scharfsinnig ausdrückt, nicht durch eine eigentliche Flamme †), sondern durch von unten erleuchteten Dampf verursacht. Es soll von solcher Intensität gewesen sein, daß auf dem Wege vom Vulkan nach Granada, in mehr als drei leguas Entfernung, die Erleuchtung der Gegend fast der des Vollmonds glich.

Acht Jahre nach Oviedo erstieg den Vulkan der Dominicaner-Mönch Fray Blas del Castillo, welcher die alberne Meinung hegte, daß die flüssige Lava im Krater flüssiges Gold sei, und sich mit einem eben so habsüchtigen Franciscaner-Mönche aus Flandern, Fray Juan de Gandavo, verband. Beide, die Leichtgläubigkeit der spanischen Ankömmlinge benutzend, stifteten eine Actien-Gesellschaft, um auf gemeinschaftliche Kosten das Metall zu erbeuten. Sie selbst, setzt Oviedo satirisch hinzu, erklärten sich als Geistliche von allem pecuniären Zuschusse befreit. Der Bericht, welchen über die Ausführung dieses kühnen Unternehmens Fray Blas del Castillo (dieselbe Person, die in den Schriften von Gomara, Benzoni und Herrera Fray Blas de Inesta genannt wird) an den Bischof

*) Die älteste und wichtigste Notiz über den Vulkan von Masaya ist in einem erst vor 14 Jahren von dem verdienstvollen historischen Sammler Ternaux-Compans edirten Manuscripte Oviedo's: Historia de Nicaragua (cap. V bis X) enthalten; s. p. 115—197. Die französische Uebersetzung bildet einen Band der Voyages, Relations et Mémoires originaux pour servir à l'histoire et à la découverte de l'Amérique. Vergl. auch Lopez de Gomara, Historia general de las Indias (Zaragoza 1553) fol. CX, b; und unter den neuesten Schriften Squier, Nicaragua, its people, scenery and monuments 1853 Vol. I. p. 211—223 und Vol. II. p. 17. So weit berufen war der unausgesetzt speiende Berg, daß sich in der königlichen Bibliothek zu Madrid eine eigene Monographie von dem Vulkan Masaya, unter dem Titel vorfindet: Entrada y descubrimiento del Volcan de Masaya, que está en la Prov. de Nicaragua, fecha por Juan Sanchez del Portero. Der Verfasser war Einer von denen, welche sich in den wunderbaren Expeditionen des Dominicaner-Mönchs Fray Blas de Innesta in den Krater herabließen. (Oviedo, Hist. de Nicaragua p. 141)

†) In der von Ternaux-Compans gegebenen französischen Uebersetzung (das spanische Original ist nicht erschienen) heißt es p. 123 und 132: „On ne peut cependant dire qu'il sorte précisément une flamme du cratère, mais bien une fumée aussi ardente que du feu; on ne la voit pas de loin pendant le jour, mais bien de nuit. Le Volcan éclaire autant que le fait la lune quelques jours avant d'être dans son plein." Diese so alte Bemerkung über die problematische Art der Erleuchtung eines Kraters und der darüber stehenden Luftschichten ist nicht ohne Bedeutung, wegen der so oft in neuester Zeit angeregten Zweifel über die Entbindung von Wasserstoffgas aus den Krateren der Vulkane. Wenn auch in dem gewöhnlichen hier bezeichneten Zustande die Hölle von Masaya nicht Schlacken oder Asche auswarf (Gomara setzt hinzu: cosa que hazen otros volcanes), so hat sie doch bisweilen wirkliche Lava-Ausbrüche gehabt: und zwar wahrscheinlich den letzten im Jahre 1670. Seitdem ist der Vulkan ganz erloschen, nachdem ein perpetuirliches Leuchten 140 Jahre lang beobachtet worden war. Stephens, der ihn 1840 bestieg, fand keine bemerkbare Spur der Entzündung. Ueber die Chorotega-Sprache, die Bedeutung des Wortes Masaya und die Maribios s. Buschmann's scharfsinnige ethnographische Untersuchungen über die aztekischen Ortsnamen S. 130, 140 und 171.

wegen seiner einsamen, von allen Communications-Wegen entfernten Lage, völlig vernachlässigt geblieben. Erst im December 1849 hat ihn ein kühner und kenntnißvoller Reisender, Sebastian Wisse, nach einem fünfjährigen Aufenthalte in der Andeskette, bestiegen; und ist fast bis zum äußersten Gipfel des, mit Schnee bedeckten, steilen Kegels gelangt. Er hat sowohl die so wunderbare Frequenz der Auswürfe genau chronometrisch bestimmt, als auch die Beschaffenheit des, auf einen so engen Raum eingeschränkten, den Gneiß durchbrechenden Trachyts untersucht. Es wurden *), wie schon oben bemerkt, 267 Eruptionen in 1 Stunde gezählt: jede dauernd im Mittel 13″,4 und, was sehr auffallend ist, von keiner am Aschenkegel bemerkbaren Erschütterung begleitet. Das Ausgeworfene, in vielen Rauch von bald grauer, bald orangegelber Farbe gehüllt, ist der größeren Masse nach ein Gemenge von schwarzer Asche und Rapilli; aber theilweise sind es auch Schlacken, die senkrecht aufsteigen, in kugliger Form und von einem Durchmesser von 15 bis 16 Zoll. In einem der stärkeren Auswürfe zählte Wisse als gleichzeitig ausgeworfen doch nur 50 bis 60 glühende Steine. Sie fallen meist wieder in den Krater zurück; bisweilen bedecken sie dessen oberen Rand: oder gleiten bei Nacht, fern leuchtend, an einem Theil des Conus herab: was wahrscheinlich in großer Ferne bei La Condamine zu der irrigen Meinung von „einem Erguß brennenden Schwefels und Erdpechs" Veranlassung gab. Die Steine steigen einzeln nach einander auf, so daß die einen im Herabfallen begriffen sind, während andere erst den Krater verlassen. Durch genaue Zeitbestimmung wurde der sichtbare Fallraum (also bis zum Kraterrande gerechnet) im Mittel nur zu 737 Fuß bestimmt. Am Aetna gelangen die ausgeworfenen Steine, zufolge der Messungen von Sartorius v. Waltershausen und dem Astronomen Dr. Christian Peters, bis zu 2500 Fuß Höhe über den Kraterwänden. Gemellaro's Schätzungen während der Aetna-Eruption von 1832 gaben sogar eine dreifach größere Höhe! Die schwarze ausgeworfene Asche bildet am Abhange des Sangay und 3 Meilen im Umkreise drei- bis vierhundert Fuß dicke Schichten. Die Farbe der Asche und der Rapilli giebt dem oberen Theil des Kegels einen furchtbar ernsten Charakter. Es ist hier noch einmal auf die colossale Größe dieses Vulkans, welche die des Stromboli sechsmal übertrifft, die Aufmerksamkeit zu richten: da diese Betrachtung dem absoluten Glauben, daß die niederen Feuerberge immer die häufigsten Ausbrüche haben, kräftig entgegentritt.

Mehr noch als die Gestalt und Höhe der Vulkane ist ihre Gruppirung wichtig, weil sie auf das geologische Phänomen der Erhebung auf Spalten führt. Diese Gruppen, sie mögen nach Leopold von Buch in Reihen oder um einen Central-Vulkan vereinigt aufgestiegen sein, bezeichnen die Theile der Erdrinde, wo der Ausbruch des geschmolzenen Inneren, sei es durch die mindere Dicke der Gesteinschichten, sei es durch ihre Naturbeschaffenheit oder ursprüngliche Zerklüftung, minderen Widerstand gefunden hat. Drei Breitengrade umfaßt der Raum, in dem die vulkanische Thätigkeit sich furchtbar äußert im Aetna, in den Aeolischen Inseln, im Vesuv, und dem Brandland (den phlegräischen Feldern), von Puteoli (Dicäarchia) an bis Cumä und bis zum feuerspeienden Epopeus auf Ischia, der tyrrhenischen Affen-Insel Aenaria. Ein solcher Zusammenhang analoger Erscheinungen konnte den Griechen nicht entgehen. Strabo sagt: „Das ganze von Cumä beginnende Meer bis Sicilien ist mit Feuer durchzogen, und hat in der Tiefe gewisse, unter einander und mit dem Festlande sich in eins verbindende Hohlgänge. †)

*) Kosmos 4. Buch S. 731.

†) Vergl. Strabo lib. V. p. 248 Casaub.: [illegible]; und lib. VI. p. 276. — Ueber eine zwiefache Entstehungsart der Inseln äußert sich der Geograph von Amasia (VI. p. 258) mit vielem geologischen Scharfsinn. „Einige Inseln," sagt er (und er nennt sie), „sind Bruchstücke des festen Landes; andere sind aus dem Meere, wie noch jetzt sich zuträgt, hervorgegangen. Denn die Hochsee-Inseln (die weit hinaus im Meere liegenden) wurden wahrscheinlich aus der Tiefe emporgehoben, hingegen die an Vorgebirgen liegenden und durch eine Meerenge getrennten ist es vernunftgemäßer als vom Festlande abgerissen zu betrachten." (Nach Verdeutschung von Groskurd.) — Die kleine Gruppe der Pithekusen bestand aus Ischia, welche ursprünglich Aenaria genannt, und Procida (Prochyta). Warum man sich diese Gruppe als einen alten Affensitz dachte, warum die Griechen und die italischen Tyr

Es zeigen sich in solcher (entzündlicher) Natur, wie ihn Alle beschreiben, nicht nur der Aetna, sondern auch die Gegenden um Dicäarchia und Neapolis, um Bajä und Pithecusä"; daraus entstand die Fabel, daß Typhon unter Sicilien lagere und daß, wenn er sich kehre, Flammen und Gewässer hervorbrechen, ja zuweilen auch kleine Eilande mit siedendem Wasser. „Oftmals sind zwischen Strongyle und Lipara (in diesem weiten Bezirke) auf die Oberfläche des Meeres hervorbrechende Flammen gesehen worden, indem das Feuer aus den Höhlungen in der Tiefe sich einen Durchgang öffnete und mit Gewalt nach außen hervordrang." Im Pindar*) ist der Körper des Typhon von solcher Ausdehnung, daß „Sicilien und die meerumgrenzten Höhen über Cumä (Phlegra, das Brandfeld, genannt) auf der zottigen Brust des Unthiers liegen".

So war Typhon (der tobende Enceladus) in der griechischen Volksphantasie die mythische Bezeichnung der unbekannten, tief im Inneren der Erde liegenden Ursach vulkanischer Erscheinungen. Durch seine Lage und Raumausfüllung wurden angedeutet die Begrenzung und das Zusammenwirken einzelner vulkanischer Systeme. In dem phantasiereichen geologischen Bilde des Erd-Innern, in der großen Weltanschauung, welche Plato im Phädon aufstellt (pag. 112—114), wird dies Zusammenwirken noch küh-

---

rhener, also Etrusker, ihn als solchen benannten (Affen hießen tyrrhenisch ἄριμοι, Strabo lib. XIII. p. 626); bleibt sehr dunkel, und hängt vielleicht mit dem Mythus zusammen, nach welchem die alten Bewohner von Jupiter in Affen verwandelt wurden. Der Affen-Name ἄριμοι erinnerte an Arima oder die Arimer des Homer Il. II, 783 und des Hesiodus, Theog. v. 301. Die Worte εἰν Ἀρίμοις des Homer werden in einigen Codd. in eins zusammengezogen, und in dieser Zusammenziehung finden wir den Namen bei den römischen Schriftstellern (Virg. Aen. IX, 716; Ovid. Metam. XIV, 88). Plinius (Hist. nat. III, 5) sagt sogar bestimmt: "Aenaria, Homero Inarime dicta, Graecis Pithecusa...." Das homerische Land der Arimer, Typhons Lagerstätte, hat man im Alterthume selbst gesucht in Cilicien, Mysien, Lydien, in den vulkanischen Pithekusen, an dem Crater Puteolanus und in dem phrygischen Brandland, unter welchem Typhon einst lag, ja in der Katakekaumene. Daß in historischen Zeiten Affen auf Ischia gelebt haben, so fern von der afrikanischen Küste, ist um so unwahrscheinlicher, als, wie ich schon an einem anderen Orte bemerkt, selbst am Felsen von Gibraltar das alte Dasein der Affen nicht erwiesen scheint, weil Edrisi (im 12ten Jahrhundert) und andere, die Hercules-Straße so umständlich beschreibende, arabische Geographen ihrer nicht erwähnen. Plinius läugnet auch die Affen von Aenaria, leitet aber den Namen der Pithekusen auf die unwahrscheinlichste Weise von πίθος, dolium (a figlinis doliorum) her. „Die Hauptsache in dieser Untersuchung scheint mir," sagt Böckh, „daß Inarima ein durch gelehrte Deutung und Fiction entstandener Name der Pithekusen ist, wie Corcyra auf diese Weise zu Scheria wurde; und daß Aeneas mit den Pithekusen (Aeneae insulae) wohl erst durch die Römer in Verbindung gesetzt worden ist, welche überall in diesen Gegenden ihren Stammvater finden. Für den Zusammenhang mit Aeneas soll auch Nävius zeugen im ersten Buche vom punischen Kriege."

*) Pind. Pyth. I, 31. Vergl. Strabo V p. 245 und 248, XIII p. 627. Wir haben bereits oben (Kosmos 4. Buch S. 744) bemerkt, daß Typhon vom Caucasus nach Unter-Italien floh: als deute die Mythe an, daß die vulkanischen Ausbrüche im letzteren Lande minder alt seien wie die auf dem caucasischen Isthmus. Von der Geographie der Vulkane wie von ihrer Geschichte ist die Betrachtung mythischer Ansichten im Volksglauben nicht zu trennen. Beide erläutern sich oft gegenseitig. Was auf der Oberfläche der Erde für die mächtigste der bewegenden Kräfte gehalten wurde (Aristot. Meteorol. II. 8, 3): der Wind, das eingeschlossene Pneuma; wurde als die allgemeine Ursach der Vulcanicität (der feuerspeienden Berge und der Erdbeben) erkannt. Die Naturbetrachtung des Aristoteles war auf die Wechselwirkung der äußeren und der inneren, unterirdischen Luft, auf eine Ausdünstungs-Theorie, auf Unterschiede von warm und kalt, von feucht und trocken, gegründet (Aristot. Meteor. II. 8, 1. 25. 31. und II. 9, 2). Je größer die Masse des „in unterirdischen und unterseeischen Hohlgängen" eingeschlossenen Windes ist, je mehr sie gehindert sind, in ihrer natürlichen, wesentlichen Eigenschaft, sich weithin und schnell zu bewegen, desto heftiger werden die Ausbrüche. "Vis fera ventorum, caecis inclusa cavernis" (Ovid. Metam. XV, 299). Zwischen dem Pneuma und dem Feuer ist ein eigener Verkehr. (Τὸ πῦρ ὅταν μετὰ πνεύματος ᾖ, γίνεται φλὸξ καὶ φέρεται ταχέως; Aristot. Meteor. II. 8, 3. — καὶ γὰρ τὸ πῦρ οἷον πνεύματός τις φύσις; Theophrast. de igne § 30 p. 715.) Auch aus den Wolken sendet das plötzlich frei gewordene Pneuma den zündenden und weitleuchtenden Wetterstrahl (πρηστήρ). „In dem Brandlande, der Katakekaumene von Lydien," sagt Strabo (lib. XIII. p. 628), „werden noch drei, volle vierzig Stadien von einander entfernte Schlünde gezeigt, welche die Blasebälge heißen; darüber liegen rauhe Hügel, welche wahrscheinlich von den emporgeblasenen Glühmassen aufgeschichtet wurden." Schon früher hatte der Amasier angeführt (lib. I. p. 57): „daß zwischen den Cycladen (Thera und Therasia) vier Tage lang Feuerflammen aus dem Meere hervorbrachen, so daß die ganze See siedete und brannte; und es wurde wie durch Hebel allmälig emporgehoben eine aus Glühmassen zusammengesetzte Insel." Alle diese so wohl beschriebenen Erscheinungen werden dem zusammengepreßten Winde beigemessen, der wie elastische Dämpfe wirken soll. Die alte Physik kümmert sich wenig um die einzelnen Wesenheiten des Stoffartigen; sie ist dynamisch und hängt an dem Maaße der bewegenden Kraft. Die Ansicht von der mit der Tiefe zunehmenden Wärme des Planeten als Ursach von Vulkanen und Erdbeben finden wir erst gegen das Ende des dritten Jahrhunderts ganz vereinzelt unter Diocletian von einem christlichen Bischof in Afrika ausgesprochen (Kosmos 4. Buch S. 738). Der Pyriphlegethon des Plato nährt als Feuerstrom, der im Erd-Inneren kreist, alle lavagebende Vulkane: wie wir schon oben im Texte erwähnt haben. In den frühesten Ahndungen der Menschheit, in einem engen Ideenkreise, liegen die Keime von dem, was wir jetzt unter der Form anderer Symbole erklären zu können glauben

ner auf alle vulkanische Systeme ausgedehnt. Die Lavaströme schöpfen ihr Material aus dem Pyriphlegethon, der, „nachdem er sich oftmals unter der Erde umhergewälzt", in den Tartarus sich ergießt. Plato sagt ausdrücklich: „daß von dem Pyriphlegethon die feuerspeienden Berge, wo sich deren auf der Erde finden, kleine Theilchen heraufblasen (οὗτος δ' ἐστὶν ὃν ἐπονομάζουσι Πυριφλεγέθοντα, οὗ καὶ οἱ ῥύακες ἀποσπάσματα ἀναφυσῶσιν, ὅπῃ ἂν τύχωσι τῆς γῆς)." Dieser Ausdruck (pag. 113 B) des Herausstoßens mit Heftigkeit deutet gewissermaßen auf die bewegende Kraft des, vorher eingeschloßnen, dann plötzlich durchbrechenden Windes, auf welche später der Stagirite in der Meteorologie seine ganze Theorie der Vulcanicität gegründet hat.

Nach diesen so uralten Ansichten sind bei der Betrachtung des ganzen Erdkörpers die Reihen-Vulkane noch bestimmter charakterisirt als die Gruppirungen um einen Central-Vulkan. Am auffallendsten ist die Reihung da, wo sie von der Lage und Ausdehnung von Spalten abhängt, welche, meist unter einander parallel, große Landesstrecken linear (cordillerenartig) durchsetzen. Wir finden so im Neuen Continent, um bloß die wichtigsten Reihen sehr nahe an einander gedrängter Vulkane zu nennen, die von Central-Amerika sammt ihrem Anschlusse an Mexico, von Neu-Granada und Quito, von Peru, Bolivia und Chili; im Alten Continent die Sunda-Inseln (den süd-indischen Archipel, besonders Java), die Halbinsel Kamtschatka und ihre Fortsetzung in den Kurilen; die Aleuten, welche das fast geschlossene Berings-Meer südlich begrenzen. Wir werden bei einigen der Hauptgruppen verweilen. Einzelheiten leiten durch ihre Zusammenstellung auf die Gründe der Erscheinungen.

Die Reihen-Vulkane von Central-Amerika, nach älteren Benennungen die Vulkane von Costa Rica, Nicaragua, San Salvador und Guatemala, erstrecken sich von dem Vulkan Turrialva bei Cartago bis zum Vulkan von Soconusco, durch sechs Breitengrade, zwischen 10° 9' und 16° 2': in einer Linie, im ganzen von SO nach NW gerichtet, und mit den wenigen Krümmungen, die sie erleidet, eine Länge von 135 geographischen Meilen einnehmend. Diese Länge ist ohngefähr gleich der Entfernung vom Vesuv bis Prag. Am meisten zusammengedrängt, wie auf einer und derselben, nur 16 Meilen langen Spalte ausgebrochen, sind die 8 Vulkane, welche zwischen der Laguna de Managua und der Bai von Fonseca liegen, zwischen dem Vulkan von Momotombo und dem von Conseguina, dessen unterirdisches Getöse in Jamaica und auf dem Hochlande von Bogota im Jahr 1835 wie Geschützfeuer gehört wurde. In Central-Amerika und in dem ganzen südlichen Theil des Neuen Continents, ja im allgemeinen von dem Archipel de los Chonos in Chili bis zu den nördlichsten Vulkanen Edgecombe auf der kleinen Insel bei Sitka *) und dem Eliasberg am Prinz William's Sund, in einer Länge von 1600 geogr. Meilen, sind die vulkanischen Spalten überall in dem westlichsten, dem Littoral der Südsee näheren Theile ausgebrochen. Wo die Reihe der Vulkane von Central-Amerika unter der geographischen Breite von 13° ¼ (nördlich vom Golf de Fonseca) bei dem Vulkan von Conchagua in den Staat von San Salvador eintritt, ändert sich auf einmal mit der Richtung der Westküste auch die der Vulkane. Die Reihe der letzteren streicht dann OSO—WNW; ja wo die Feuerberge wieder so an einander gedrängt sind, daß 5, noch mehr oder weniger thätige in der geringen Länge von 30 Meilen gezählt werden, ist die Richtung fast ganz O—W. Dieser Abweichung entspricht eine große Anschwellung des Continents gegen Osten in der Halbinsel Honduras, wo die Küste ebenfalls plötzlich vom Cap Gracias à

*) Mount Edgecombe oder der St. Lazarus-Berg, auf der kleinen Insel (Croze's Island bei Lissiansky), welche westlich neben der Nordhälfte der größeren Insel Sitka oder Baranow im Norfolk-Sunde liegt; schon von Cook gesehen: ein Hügel theils von olivinreichem Basalt, theils aus Feldspath-Trachyt zusammengesetzt; von nur 2600 Fuß Höhe. Seine letzte große Eruption, viel Bimsstein zu Tage fördernd, war vom Jahr 1796 (Lütke, Voyage autour du Monde 1836 T. III. p. 15). Acht Jahre darauf gelangte Cap. Lisiansky an den Gipfel, der einen Kratersee enthält. Er fand damals an dem ganzen Berge keine Spuren der Thätigkeit.

Dios bis zum Golf von Amatique 75 Meilen lang genau von Ost gegen West streicht, nachdem sie vorher in derselben Länge von Norden gegen Süden gerichtet war. In der Gruppe der hohen Vulkane von Guatemala (Br. 14° 10′) nimmt die Reihung wieder ihr altes Streichen N 45° W an, und setzt dasselbe fort bis an die mexicanische Grenze gegen Chiapa und den Isthmus von Huasacualco. Nordwestlich vom Vulkan von Soconusco bis zu dem von Tuxtla ist nicht einmal ein ausgebrannter Trachytkegel aufgefunden worden; es herrschen dort quarzreicher Granit und Glimmerschiefer.

Die Vulkane von Central-Amerika krönen nicht die nahen Gebirgsketten, sie erheben sich längs dem Fuße derselben meist ganz von einander getrennt. An den beiden äußersten Enden der Reihe liegen die größten Höhen. Gegen Süden, in Costa Rica, sind von dem Gipfel des Irasu (des Vulkans von Cartago) beide Meere sichtbar, wozu außer der Höhe (10395 F.) auch die mehr centrale Lage beiträgt. In Südost von Cartago stehen Berge von zehn- bis eilftausend Fuß: der Chiriqui (10567 F.) und der Pico blanco (11013 F.) Man weiß nichts von ihrer Gestein-Beschaffenheit; wahrscheinlich sind es ungeöffnete Trachytkegel. Weiter nach SO hin verflachen sich die Höhen in Veragua bis zu sechs- und fünftausend Fuß. Dies scheint auch die mittlere Höhe der Vulkane von Nicaragua und San Salvador zu sein; aber gegen das nordwestliche Extrem der ganzen Reihe, unfern der Neuen Stadt Guatemala, erheben sich wiederum zwei Vulkane bis über 12000 Fuß. Die Maxima fallen also, nach meinem obigen Versuche hypsometrischer Classification der Vulkane, in die dritte Gruppe, gleichkommend dem Aetna und Pic von Teneriffa, während die größere Zahl der Höhen, die zwischen beiden Extremen liegen, den Vesuv kaum um 2000 Fuß übertreffen. Die Vulkane von Mexico, Neu-Granada und Quito gehören zur fünften Gruppe und erreichen meist über 16000 Fuß.

Wenn auch der Continent von Central-Amerika vom Isthmus von Panama an durch Veragua, Costa Rica und Nicaragua bis zum Parallelkreise von 11°½ an Breite beträchtlich zunimmt; so veranlaßt doch gerade in dieser Gegend das große Areal des Sees von Nicaragua und die geringe Höhe seines Spiegels (kaum 120 Pariser Fuß*) über beiden Meeren) eine solche Landes-Erniedrigung, daß aus derselben eine oft den Seefahrern im sogenannten stillen Meer gefahrbringende Luft-Ueberströmung vom antillischen Meere in die Südsee verursacht wird. Die so erregten Nordost-Stürme werden mit dem Namen der Papagayos belegt, und wüthen bisweilen ununterbrochen 4 bis 5 Tage. Sie haben die große Merkwürdigkeit, daß gewöhnlich der Himmel dabei ganz wolkenlos bleibt. Der Name ist dem Theil der Westküste von Nicaragua zwischen Brito oder Cabo Desolado und Punta S. Elena (von 11° bis 22′ bis 10° 50′) entlehnt, welcher Golfo del Papagayo heißt und südlich vom Puerto de San Juan del Sur die kleinen Baien von Salinas und S. Elena einschließt. Ich habe auf der Schifffahrt von Guayaquil nach Acapulco über zwei volle Tage (9—11 März 1803) die Papagayos in ihrer ganzen Stärke und Eigenthümlichkeit, aber schon etwas südlicher, in weniger als 9° 13′ Breite, beobachten können. Die Wellen gingen höher, als ich sie je gesehen; und die beständige Sichtbarkeit der Sonnenscheibe am heitersten, blauen Himmelsgewölbe machte es mir möglich, die Höhe der Wellen durch Sonnenhöhen, auf dem Rücken der Wellen und in der Tiefe genommen, nach einer damals noch nicht versuchten Methode zu messen. Alle spanische, englische†) und amerikanische Seefahrer schreiben dem atlantischen Nordost-Passate die hier beschriebenen Stürme der Südsee zu.

---

*) Schon unter der spanischen Oberherrschaft hatte 1781 der spanische Ingenieur, Don José Galisteo, eine nur 6 Fuß größere Höhe des Spiegels der Laguna von Nicaragua gefunden als Baily in seinen verschiedenen Nivellements von 1838 (Humboldt, Rel. hist. T. III. p. 321).

†) Vergl. Sir Edward Belcher, Voyage round the World Vol. I. p. 185. Ich befand mich im Papagayo-Sturm nach meiner chronometrischen Länge 19° 11′ westlich vom Meridian von Guayaquil: also 101° 29′ westlich von Paris, 220 geographische Meilen westlich von dem Litoral von Costa Rica.

In einer neuen Arbeit*), die ich mit vielem Fleiße, theils nach den bis jetzt veröffentlichten Materialien, theils nach handschriftlichen Notizen, über die Reihen-Vul-

*) Meine früheste Arbeit über 17 gereihete Vulkane von Guatemala und Nicaragua ist in der geographischen Zeitschrift von Berghaus (Hertha Bd. VI. 1826 S. 131—161) enthalten. Ich kannte damals außer dem alten Chronisten Fuentes (lib. IX cap. 9) [illegible] die wichtige Schrift von Domingo Juarros: Compendio de la Historia de la ciudad de Guatemala; wie die drei Karten von Galisteo (auf Befehl des mexicanischen Vicekönigs Matias de Galvez 1781 aufgenommen), von José Rossi y Rubi (Alcalde mayor de Guatemala, 1800), und von Joaquin [illegible] und Antonio de la Cerda (Alcalde de Granada), die ich großentheils handschriftlich besaß. Leop. von Buch hat in der französischen Uebersetzung seines Werkes über die canarischen Inseln meinen ersten Entwurf meisterhaft erweitert (Descr. physique des Iles Canaries 1836 p. 500—514); aber die Ungewißheit der geographischen Synonymie und die dadurch veranlaßten Namensverwechselungen haben viele Zweifel erregt: welche durch die schöne Karte von Baily und Saunders, durch Molina, Bosquejo de la Republica de Costa Rica, und durch das große, sehr verdienstliche Werk von Squier (Nicaragua, its People and Monuments, with Tables of the comparative Heights of the Mountains in Central America, 1852; s. Vol. I p. 418 und Vol. II p. 102) großentheils gelöst werden sind. Das wichtige Reisewerk, welches uns sehr bald Dr. Oersted unter dem Titel: „Schilderung der Naturverhältnisse von Nicaragua und Costa Rica“ zu geben verspricht, wird neben ausgezeichneten botanischen und zoologischen Forschungen, welche der Hauptzweck der Unternehmung waren, auch Licht auf die geognostische Beschaffenheit von Central-Amerika werfen. Herr Oersted hat von 1846 bis 1848 dasselbe mannigfach durchstrichen und eine Sammlung von Gebirgsarten nach Kopenhagen zurückgebracht. Seinen freundschaftlichen Mittheilungen verdanke ich interessante Berichtigungen meiner fragmentarischen Arbeit. Nach den mir bekannt gewordenen, mit vieler Sorgfalt verglichenen Materialien, denen auch die sehr schätzbaren des [illegible] Consuls in Central-Amerika, Hrn. [illegible], beizuzählen sind, stelle ich die Vulkane von Central-Amerika, von Süden gegen Norden fortschreitend, folgendermaßen zusammen:

Ueber der Central-Hochebene von Cartago (4360 F.) in der Republik Costa Rica (Br. 10° 9′) erheben sich die drei Vulkane Turrialva, Irasu und Reventado, von denen die ersten beiden noch entzündet sind.

Volcan de Turrialva* (Höhe ohngefähr 10300 F.) [illegible] vom Irasu nur durch eine tiefe, [illegible]. Sein Gipfel, aus welchem [illegible], ist noch unbestiegen.

[illegible], auch der Vulkan von Cartago genannt [illegible], in Nordost vom Vulkan Reventado [illegible] der vulkanischen Thätigkeit [illegible] unterbar zugänglich, und gegen [illegible], daß man den [illegible], von welchem beide Meere, das der [illegible], gesehen werden, fast ganz [illegible]. Der etwa 1000 Fuß hohe [illegible] meist aus einer Umwal[illegible] Krater) auf. In [illegible] Theil des Gipfels liegt [illegible] 7000 Fuß im Umfang, der [illegible] hat. Seine Schlacken[illegible] (1723, 1726, 1821, 1847) von [illegible] begleitet gewesen; diese [illegible] oder Reyes bis Pa[illegible]. Bei einer neueren Besteigung [illegible] Dr. Carl Hoffmann im Anfang Mai [illegible] Krater und seine Auswurfs[illegible] erforscht worden. Die Höhe des Vulkans wird nach einer trigonometrischen Messung von Galiando zu 12000 span. Fuß angegeben, was, die vara cast. = 0m,43 angesetzt, zu 10320 Pariser Fuß (Bonplandia Jahrgang 1856 No. 3).

El Reventado (8900 F.): mit einem tiefen Krater, dessen südlicher Rand eingestürzt ist und der vormals mit Wasser gefüllt war.

Vulkan Barba (über 7900 F.): nördlich von San José, der Hauptstadt von Costa Rica; mit einem Krater, der mehrere kleine Seen einschließt.

Zwischen den Vulkanen Barba und Orosi folgt eine Reihe von Vulkanen, welche die in Costa Rica und Nicaragua SO—NW streichende Hauptkette in fast entgegengesetzter Richtung, ost-westlich, durchschneiden. Auf einer solchen Spalte stehen: am östlichsten Miravalles und Tenorio (jeder dieser Vulkane ohngefähr 4400 F.); in der Mitte, südöstlich von Orosi, der Vulkan Rincon, auch Rincon de la Vieja* genannt (Squier Vol. II. p. 102), welcher jedes Frühjahr beim Beginn der Regenzeit kleine Aschen-Auswürfe zeigt; am westlichsten, bei der kleinen Stadt Alajuela, der schwefelreiche Vulkan Votos* (7050 F.). Dr. Oersted vergleicht dieses Phänomen der Richtung vulkanischer Thätigkeit auf einer Queerspalte mit der ost-westlichen Richtung, die ich bei den mexicanischen Vulkanen von Meer zu Meer aufgefunden.

Orosi*, noch jetzt entzündet: im südlichsten Theile des Staates von Nicaragua (4900 F.); wahrscheinlich der Volcan del Papagayo auf der Seekarte des Deposito hidrografico.

Die zwei Vulkane Mandeira und Ometepec* (3900 und 4900 F.): auf einer kleinen, von den aztekischen Bewohnern der Gegend nach diesen zwei Bergen benannten Insel (ome tepetl bedeutet: zwei Berge; vgl. Buschmann, aztekische Ortsnamen S. 178 und 171) in dem westlichen Theile der Laguna de Nicaragua. Der Insel-Vulkan Ometepec, fälschlich von Juarros Ometep genannt (Hist. de Guatem. T. I. p. 51), ist noch thätig. Er findet sich abgebildet bei Squier Vol. II. p. 235.

Der ausgebrannte Krater der Insel Zapatera, wenig erhaben über dem Seespiegel. Die Zeit der alten Ausbrüche ist völlig unbekannt.

Der Vulkan von Momobacho: am westlichen Ufer der Laguna de Nicaragua, etwas im Süden von der Stadt Granada. Da diese Stadt zwischen den Vulkanen von Momobacho (der Ort wird auch Mombacho genannt; Oviedo, Nicaragua ed. Ternaux p. 245) und Masaya liegt, so bezeichnen die Piloten bald den einen, bald den anderen dieser Kegelberge mit dem unbestimmten Namen des Vulkans von Granada.

Vulkan Massaya (Masaya), von dem bereits oben (S. 771—772) umständlicher gehandelt worden ist: einst ein Stromboli, aber seit dem großen Lava-Ausbruch von 1670 erloschen. Nach den interessanten Berichten von Dr. Scherzer (Sitzungsberichte der philos. hist. Classe der Akad. der Wiss. zu Wien Bd. XX S. 58) wurden im April 1853 aus einem neu eröffneten Krater wieder starke Dampfwolken ausgestoßen. Der Vulkan von Massaya liegt zwischen den beiden Seen von Nicaragua und Managua, im Westen der Stadt Granada. Massaya ist nicht synonym mit dem Nindiri, sondern Massaya und Nindiri* bilden, wie Dr. Oersted sich ausdrückt, einen Zwillings-Vulkan, mit zwei Gipfeln und zwei verschiedenen Kratern, die beide Lavaströme gegeben haben. Der Lavastrom des Nindiri von 1775 hat den See von Managua erreicht. Die gleiche Höhe beider so nahen Vulkane wird nur zu 2300 Fuß angegeben.

Volcan de Momotombo* (6600 F.), entzündet, auch oft donnernd, ohne zu rauchen: in Br. 12° 28′, an dem nördlichen Ende der Laguna de Managua, der

kane von Central-Amerika unternommen habe, sind 29 Vulkane aufgezählt, deren vormalige oder jetzige Thätigkeit in verschiedenen Graden mit Sicherheit angegeben werden kann.

kleinen, sculpturreichen Insel Momotombito gegenüber (s. die Abbildung des Momotombo in Squier Vol. I. p. 233 und 302—312). Die **Laguna de Managua** liegt 26 Fuß höher als die, mehr als doppelt größere **Laguna de Nicaragua**, und hat keinen Insel-Vulkan.

Von hier an bis zu dem Golf von Fonseca oder Conchagua zieht sich, in 5 Meilen Entfernung von der Südsee-Küste, von SO nach NW eine Reihe von 6 Vulkanen hin, welche dicht an einander gedrängt sind und den gemeinsamen Namen **los Maribios** führen (Squier Vol. I. p. 419, Vol. II. p. 123).

El Nuevo*: fälschlich Volcan **de las Pilas** genannt, weil der Ausbruch vom 12. April 1850 am Fuß dieses Berges statt fand; ein starker Lava-Ausbruch fast in der Ebene selbst! (Squier Vol. II. p. 105—110.)

Volcan de **Telica***: schon im 16ten Jahrhundert (gegen 1529) während seiner Thätigkeit von Oviedo besucht; östlich von Chinendaga, nahe bei Leon de Nicaragua: also etwas außerhalb der vorher angegebenen Richtung. Dieser wichtige Vulkan, welcher viele Schwefeldämpfe aus einem 300 Fuß tiefen Krater ausstößt, ist vor wenigen Jahren von dem, mir befreundeten naturwissenschaftlich sehr unterrichteten Prof. Julius Fröbel bestiegen worden. Er fand die Lava aus glasigem Feldspath und Augit zusammengesetzt (Squier Vol. II. p. 115—117). Auf dem Gipfel, in 3300 Fuß Höhe, liegt ein Krater, in welchem die Dämpfe große Massen Schwefels absetzen. Am Fuß des Vulkans ist eine Schlammquelle (Salse?).

Vulkan el Viejo*: der nördlichste der gedrängten Reihe von sechs Vulkanen. Er ist vom Capitän Sir Edward Belcher im Jahr 1838 bestiegen und gemessen worden. Das Resultat der Messung war 5216 Fuß. Eine neuere Messung von Squier gab 5630 F. Dieser, schon zu Dampier's Zeiten sehr thätige Vulkan ist noch entzündet. Die feurigen Schlacken-Auswürfe werden häufig in der Stadt Leon gesehen.

Vulkan Guanacaure: etwas nördlich außerhalb der Reihe von el Nuevo zum Viejo, nur 3 Meilen von der Küste des Golfs von Fonseca entfernt.

Vulkan Conseguina*: auf dem Vorgebirge, welches an dem südlichen Ende des großen Golfs von Fonseca vortritt (Br. 12° 50′); berühmt durch den furchtbaren, durch Erdbeben verkündigten Ausbruch vom 23. Januar 1835. Die große Verfinsterung bei dem Aschenfall, der ähnlich, welche bisweilen der Vulkan Pichincha verursacht hat, dauerte 43 Stunden lang. In der Entfernung weniger Fuße waren Feuerbrände nicht zu erkennen. Die Respiration war gehindert, und unterirdisches Getöse, gleich dem Abfeuern schweren Geschützes, wurde nicht nur in Balize auf der Halbinsel Yucatan, sondern auch auf dem Littoral van Jamaica und auf der Hochebene von Bogota, in letzterer auf mehr als 8000 Fuß Höhe über dem Meere wie in fast hundert und vierzig geographischen Meilen Entfernung, gehört. (Juan Galindo in Silliman's American Journal Vol. XXVIII. 1835 p. 332—336; Acosta, Viajes á los Andes 1849 p. 56, und Squier Vol. II. p. 110—113; Abbildung p. 163 und 165.) Darwin (Journal of researches during the voyage of the Beagle 1845 chapt. 14 p. 291) macht auf ein sonderbares Zusammentreffen von Erscheinungen aufmerksam: nach langem Schlummer brachen an Einem Tage (zufällig?) Conseguina in Central-Amerika, Aconcagua und Corcovado (südliche Br. 32°¾ und 43°½) in Chili aus.

Vulkan von Conchagua oder von Amalapa: an dem nördlichen Eingange des Golfs von Fonseca, dem Vulkan Conseguina gegenüber; bei dem schönen **Puerto de la Union**, dem Hafen der nahen Stadt San Miguel.

Von dem Staat von Costa Rica an bis zu dem Vulkan Conchagua folgt demnach die gedrängte Reihe von 20 Vulkanen der Richtung SO—NW; bei Conchagua aber in den Staat von San Salvador eintretend, welcher in der geringen Länge von 40 geogr. Meilen 5 jetzt mehr oder weniger thätige Vulkane zählt, wendet sich die Reihung, wie die Südsee-Küste selbst, mehr OSO—WNW, ja fast O—W: während das Land gegen die östliche, antillische Küste (gegen das Vorgebirge Gracias á Dios) hin in Honduras und los Mosquitos plötzlich auffallend anschwillt (vergl. oben S. 776). Erst von den hohen Vulkanen von Alt-Guatemala an in Norden tritt, wie schon (S. 776) bemerkt wurde, gegen die Laguna von Atitlan hin, die ältere, allgemeine Richtung N45°W wiederum ein; bis endlich in Chiapa und auf dem Isthmus von Tehuantepec sich noch einmal, doch in unvulkanischen Gebirgsketten, die abnorme Richtung O—W offenbart. Der Vulkane des Staats San Salvador sind außer dem von Conchagua noch folgende vier:

Vulkan von San Miguel Bosotlan* (Br. 13° 35′), bei der Stadt gleiches Namens: der schönste und regelmäßigste Trachytkegel nächst dem Insel-Vulkan Ometepec im See von Nicaragua (Squier Vol. II. p. 196). Die vulkanischen Kräfte sind im Bosatlan sehr thätig; derselbe hatte einen großen Lava-Erguß am 20. Juli 1844.

Vulkan von San Vicente*: westlich vom Rio de Lempa, zwischen den Städten Sacatecoluca und Sacatelepe. Ein großer Aschen-Auswurf geschah nach Juarros 1643, und im Januar 1835 war bei vielem zerstörenden Erdbeben eine langdauernde Eruption.

Vulkan von San Salvador (Br. 13° 47′), nahe bei der Stadt dieses Namens. Der letzte Ausbruch ist der von 1656 gewesen. Die ganze Umgegend ist heftigen Erdstößen ausgesetzt; der vom 16. April 1854, dem kein Getöse voranging, hat fast alle Gebäude in San Salvador umgestürzt.

Vulkan von Izalco*, bei dem Dorfe gleiches Namens; oft Ammoniak erzeugend. Der erste historisch bekannte Ausbruch geschah am 23. Februar 1770; die letzten, weitleuchtenden Ausbrüche waren im April 1798, 1805—1807 und 1825 (s. oben S. 772, und Thompson, **Official Visit to Guatemala 1829 p. 512**).

Volcan de Pacaya* (Br. 14° 23′): ohngefähr drei Meilen in Südosten von der Stadt Neu-Guatemala, am kleinen Alpensee Amatitlan; ein sehr thätiger, oft flammender Vulkan; ein gedehnter Rücken mit 3 Kuppen. Man kennt die großen Ausbrüche von 1565, 1651, 1671, 1677 und 1775; der letzte, viel Lava gebende, ist von Juarros als Augenzeugen beschrieben.

Es folgen nun die beiden Vulkane von Alt-Guatemala, mit den sonderbaren Benennungen de Agua und de Fuego, in der Breite von 14° 12′, der Küste nahe:

Volcan de Agua: ein Trachytkegel bei Escuintla, höher als der Pic von Teneriffa; von Obsidian-Massen (Zeugen alter Eruptionen?) umgeben. Der Vulkan, welcher in die ewige Schneeregion reicht, hat seinen Namen davon erhalten, daß ihm im Septbr. 1541 eine (durch Erdbeben und Schneeschmelzen veranlaßte?) große Ueberschwemmung zugeschrieben wurde, welche die am frühesten gegründete Stadt Guatemala zerstörte und die Erbauung der zweiten, nord-nord-westlicher gelegenen und jetzt **Antigua Guatemala** genannten Stadt veranlaßte.

Volcan de Fuego*: bei Acatenango, fünf Meilen in WNW vom sogenannten Wasser-Vulkan. Ueber die gegenseitige Lage s. die in Guatemala gestochene und mir von da aus geschenkte, seltene Karte des Alcalde mayor, Don José Rossi y Rubi: Bosquejo del espacio que media entre los estremos de la Provincia de Suchitepeques y la Capital de Guatemala, 1800. Der Volcan de Fuego ist immer entzündet, doch jetzt viel weniger als ehemals. Die älteren großen Erup-

und bringen dabei [illegible] vielleicht nur Seiten-Eruptio[illegible] Kegel- und Glock[illegible] aus Trachyt oder Tol[illegible] eine feurige Thätigkeit [illegible] von denen Flamm[illegible] 1825, 1835, 1848 [illegible] Jahrhunderts (1775 und 17[illegible] Vulkanen der Cordilleren [illegible] Anlaß gegeben, als sei die [illegible] Amerika. Allerdings sind, [illegible] Erguß von Lava begleit[illegible] Beschreibungen, welche [illegible] Vulkane Nindiri, el Nuev[illegible] de Pofatlan gegeben haben, sprech[illegible]

[illegible] der dichten Zusammendrängun[illegible] in der Hoffnung, daß endli[illegible] Vulkane und die ausgebrannten [illegible] beobachtet hat, auch (was von de[illegible] Zusammensetzung der Gebirgsarten nach d[illegible] Kenntnisse zu beschreib[illegible] Gegend zu besuchen. Vie[illegible] ausschließlich geognostisch[illegible] Bestimmung der trachytischen, [illegible] Sonderung des ursprünglich Gehobenen

---

[illegible] und Sapotitlan, oder [illegible] Vulkan von Soconusco: liegend [illegible] 7 Meilen südlich von Ciudad [illegible]

[illegible] im Schluß dieser langen Note aber[illegible] daß die hier angegebenen [illegible] Bestimmungen theils von [illegible] den Schriften und Karten von [illegible] enthält, und in Pariser Fuß [illegible]

[illegible] mehr oder weniger thätige [illegible] mit Wahrscheinlichkeit folgende 18 zu [illegible] die Hälfte aller von mir aufgeführten [illegible] und jetzt thätigen Vulkane: Irazu [illegible] del Cartago, el Rinco de la Vieja, [illegible] der Insel-Vulkan [illegible] Nindiri, Momotombo, el Nuevo [illegible] Gebirges las Pilas, Telica, el [illegible] Conseguina, San Miguel Bofot- [illegible] San Vincente, Izalco, Pacaya, [illegible] de Fuego (de Guatemala) und Quesalte- [illegible] Die neuesten Ausbrüche sind gewesen: die [illegible] el Nuevo bei las Pilas 18. April 1850, San Mi- [illegible] Bofotlan 1848, Conseguina und San [illegible] 1835, Izalco 1825, Volcan de Fuego [illegible] Guatemala 1799 und 1852, Pacaya 1775. [illegible] Squier, Nicaragua Vol. II. p. 103 [illegible] p. 111, wie auch seine frühere kleine Schrift [illegible] Volcanos of Central America 1850 p. 7; L. [illegible] Iles Canaries p. 506; wo der aus dem Vul- kan Nindiri 1775 ausgebrochene, ganz neuerdings von einem sehr wissenschaftlichen Beobachter, Dr. [illegible] wieder gesehene Lavastrom erwähnt ist.

[illegible] genannten Vulkane von

und des Theils der gehobenen Masse, welcher durch spätere Ausbrüche überschüttet worden ist; der Aufsuchung und Erkennung von wirklichen, schmalen, ununterbrochenen Lavaströmen, die nur zu oft mit Anhäufungen ausgeworfener Schlacken verwechselt werden. Nie geöffnete Kegelberge, in Dom- und Glockenform aufsteigend, wie der Chimborazo, sind dann von vormals oder jetzt noch thätigen, Schlacken und Lavaströme, wie Vesuv und Aetna, oder Schlacken und Asche allein, wie Pichincha und Cotopaxi, ausstoßenden Vulkanen scharf zu trennen. Ich wüßte nicht, was unserer Kenntniß vulkanischer Thätigkeit, der es so sehr noch an Mannigfaltigkeit des Beobachteten auf großen und zusammenhangenden Continental-Räumen gebricht, einen glänzenderen Fortschritt verheißen könnte. Würden dann, als materielle Früchte solch einer großen Arbeit, Gebirgssammlungen von vielen isolirten wirklichen Vulkanen und ungeöffneten Trachytkegeln, sammt den unvulkanischen Massen, welche von beiden durchbrochen worden sind, heimgebracht; so wäre der nachfolgenden chemischen Analyse und den chemisch-geologischen Folgerungen, welche die Analyse veranlaßt, ein eben so weites als fruchtbares Feld geöffnet. Central-Amerika und Java haben vor Mexico, Quito und Chili den unverkennbaren Vorzug, in einem größeren Raume die vielgestaltetsten und am meisten zusammengedrängten Gerüste vulkanischer Thätigkeit aufzuweisen.

Da, wo mit dem Vulkan von Soconusco (Br. 16° 2′) an der Grenze von Chiapa die so charakteristische Reihe der Vulkane von Central-Amerika endet, fängt ein ganz verschiedenes System von Vulkanen, das mexikanische, an. Die, für den Handel mit der Südsee-Küste so wichtige Landenge von Huasacualco und Tehuantepec ist, wie der nordwestlicher gelegene Staat von Oaxaca, ganz ohne Vulkane, vielleicht auch ohne ungeöffnete Trachytkegel. Erst in 40 Meilen Entfernung vom Vulkan von Soconusco erhebt sich nahe an der Küste von Alvarado der kleine Vulkan von Tuxtla (Br. 18° 28′). Am östlichen Abfall der Sierra de San Martin gelegen, hat er einen großen Flammen- und Aschen-Ausbruch am 2. März 1793 gehabt. Eine genaue astronomische Ortsbestimmung der colossalen Schneeberge und Vulkane im Inneren von Mexico (dem alten Anahuac) hat mich erst nach meiner Rückkehr nach Europa, beim Eintragen der Maxima der Höhen in meine große Karte von Neu-Spanien, zu dem überaus merkwürdigen Resultate geführt: daß es dort, von Meer zu Meer, einen Parallel der Vulkane und größten Höhen giebt, der um wenige Minuten um den Parallel von 19° oscillirt. Die einzigen Vulkane und zugleich die einzigen mit ewigem Schnee bedeckten Berge des Landes, also Höhen, welche eilf- bis zwölftausend Fuß übersteigen: die Vulkane von Orizaba, Popocatepetl, Toluca und Colima; liegen zwischen den Breitengraden von 18° 59′ und 19° 20′, und bezeichnen gleichsam die Richtung einer Spalte vulkanischer Thätigkeit von 90 Meilen Länge.*) In derselben Richtung (Br. 19° 9′), zwischen den Vulkanen von Toluca und Colima, von beiden 29 und 32 geogr. Meilen entfernt, hat sich in einer weiten Hochebene von 2424 Fuß am 14.

*) S. alle Fundamente dieser mexicanischen Ortsbestimmungen und ihre Vergleichung mit den Beobachtungen von Don Joaquin Ferrer in meinem Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 521, 529 und 536—550, und Essai pol. sur la Nouvelle-Espagne T. I. p. 55 bis 59 und 176, T. II. p. 173. Ueber die astronomische Ortsbestimmung des Vulkans von Colima, nahe der Südsee-Küste, habe ich selbst früh Zweifel erregt (Essai pol. T. I. p. 68, T. II. p. 180). Nach Höhenwinkeln, die Cap. Basil Hall unter Segel genommen, läge der Vulkan in Br. 19° 36′: also einen halben Grad nördlicher, als ich seine Lage aus Itinerarien geschlossen; freilich ohne absolute Bestimmungen für Selagua und Petatlan, auf die ich mich stützte. Die Breite 19° 25′, welche ich im Text angegeben habe, ist, wie die Höhen-Bestimmnng (11266 F.). vom Cap. Beechey (Voyage Part II. p. 587). Die neueste Karte von Laurie (The Mexican and Central States of America 1853) giebt 19° 20′ für die Breite an. Auch kann die Breite vom Jorullo um 2 bis 3 Minuten falsch sein, da ich dort ganz mit geologischen und topographischen Arbeiten beschäftigt war, und weder die Sonne noch Sterne zur Breiten-Bestimmung sichtbar wurden. Vergl. Basil Hall, Journal written on the Coast of Chili, Peru and Mexico 1824 Vol. II. p. 379; Beechey, Voyage Part. II. p. 587; und Humboldt, Essai pol. T. I. p. 68, T. II. p. 180. Nach den treuen, so überaus malerischen Ansichten, welche Moritz Rugendas von dem Vulkan von Colima entworfen und die in dem Berliner Museum aufbewahrt werden, unterscheidet man zwei einander nahe Berge: den eigentlichen, immer Rauch ausstoßenden Vulkan, der sich mit wenig Schnee bedeckt; und die höhere Nevada, welche tief in die Region des ewigen Schnees aufsteigt.

[illegible]

27[illegible]
24[illegible]
27[illegible]
23[illegible]
[illegible]
187[illegible]

[illegible] nach de[illegible]
[illegible] Mann[illegible]
[illegible] zu haben!
[illegible] begreift ei[illegible]
[illegible] drückt. [illegible]
[illegible] Inneren ge[illegible]
[illegible] Paramo[illegible]
[illegible] und den [illegible]
[illegible] 1833 [illegible]
[illegible] Wänd[illegible]
[illegible] des [illegible]
[illegible] ende [illegible]
[illegible] de Azu[illegible]
[illegible] in der [illegible]
[illegible] Hoc[illegible]
[illegible] Tun[illegible]
[illegible] wer[illegible]
[illegible] bald n[illegible]
[illegible] nur die [illegible]
[illegible] Thä[illegible]
[illegible] zwei, ver[illegible]
[illegible] Kette bilden, [illegible]
[illegible] Pich[illegible]
[illegible] der westli[illegible]
[illegible] Tungurahua ([illegible]
[illegible] nahe gerückt), [illegible]
[illegible] Cordillere ausgebr[illegible]

Wenn man die nördlichste Gruppe der Reihen-Vulkane von Südamerika in einem Blicke zusammenfaßt, so gewinnt allerdings die, in Quito oft ausgesprochene und durch historische Nachrichten einigermaßen begründete Meinung von der Wanderung der vulkanischen Thätigkeit und Intensitäts-Zunahme von Norden nach Süden einen gewissen Grad der Wahrscheinlichkeit. Freilich finden wir im Süden, und zwar neben dem wie Stromboli wirkenden Colosse Sangay, die Trümmer des „Fürsten der Berge", Capac-Urcu: welcher den Chimborazo an Höhe übertroffen haben soll, aber in den letzten Decennien des funfzehnten Jahrhunderts (14 Jahre vor der Eroberung von Quito durch den Sohn des Inca Tupac Yupanqui) einstürzte, verlosch und seitdem nicht wieder entbrannte.

Der Raum der Andeskette, welchen die Gruppen der Vulkane nicht bedecken, ist weit größer, als man gewöhnlich glaubt. In dem nördlichen Theile von Südamerika findet sich von dem Volcan de Ruiz und dem Kegelberge Tolima, den beiden nördlichsten Vulkanen der Vulkan-Reihe von Neu-Granada und Quito, an bis über den Isthmus von Panama gegen Costa Rica hin, wo die Vulkan-Reihe von Central-Amerika beginnt, ein von Erdstößen oft und mächtig erschüttertes Land, in welchem flammengebende Salsen, aber keine ächt vulkanische Eruptionen bekannt sind. Die Länge dieses Landes beträgt 157 geogr. Meilen. Fast zwiefach so lang (242 Meilen einnehmend) ist eine vulkanleere Strecke vom Sangay, dem südlichen Endpunkte der Gruppe von Neu-Granada und Quito, bis zum Chacani bei Arequipa, dem Anfang der Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia. So verwickelt und verschiedenartig muß in derselben Gebirgskette das Zusammentreffen der Verhältnisse gewesen sein, von welchen die Bildung permament offen bleibender Spalten und der ungehinderte Verkehr des geschmolzenen Erd-Inneren mit dem Luftkreise abhangen. Zwischen den Gruppen von trachyt- und doleritartigem Gestein, durch welche die vulkanischen Kräfte thätig werden, liegen etwas kürzere Strecken, in denen herrschen: Granit, Syenit, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarzporphyre, kieselartige Conglomerate und solche Kalksteine, von denen ein beträchtlicher Theil (nach Leopolds von Buch scharfsinniger Untersuchung der von mir und Degenhardt heimgebrachten organischen Reste) zur Kreide-Formation gehört. Das allmälige Häufiger-Werden von labradorischen, pyroxen- und oligoklas-reichen Gebirgsarten verkündigt dem aufmerksamen Reisenden, wie ich schon an einem anderen Orte gezeigt habe, den Uebergang einer, bis dahin in sich abgeschlossenen, unvulkanischen, und in quarzlosen Porphyren, voll glasigen Feldspaths, oft sehr silberreichen Zone in die noch frei mit dem Inneren des Erdkörpers communicirenden vulkanischen Regionen.

Die genauere Kenntniß von der Lage und den Grenzen der 5 Gruppen von Vulkanen (den Gruppen von Anahuac oder des tropischen Mexico's, von Central-Amerika, von Neu-Granada und Quito, von Peru und Bolivia, und von Chili), zu der wir in der neuesten Zeit gelangt sind, lehrt uns, daß in dem Theil der Cordilleren, welcher sich von 19°¼ nördlicher bis 46° südlicher Breite erstreckt: also, die durch eine veränderte Achsenrichtung verursachten Krümmungen mit eingerechnet, in einer Länge von fast 1300 geographischen Meilen; unbedeutend mehr*) als die Hälfte (die Rechnung giebt

---

*) Folgendes ist das Resultat der Längen- und Höhen-Bestimmungen von den fünf Gruppen der Reihen-Vulkane in der Andeskette, wie auch die Angabe der Entfernung der Gruppen von einander: eine Angabe, welche die Verhältnisse des Areals erläutert, das vulkanisch oder unvulkanisch ist:

I. Gruppe der mexicanischen Vulkane. Die Spalte, auf der die Vulkane ausgebrochen sind, ist von Ost nach West gerichtet, vom Orizaba bis zum Colima, in einer Erstreckung von 98 geogr. Meilen; zwischen Br. 19° und 19° 20′. Der Vulkan von Tuxtla liegt isolirt 32 Meilen östlicher als Orizaba, der Küste des mexicanischen Golfes nahe, und in einem Parallelkreise (18° 28′), der einen halben Grad südlicher ist.

II. Entfernung der mexicanischen Gruppe von der nächstfolgenden Gruppe Central-Amerika's (Abstand vom Vulkan von Orizaba zum Vulkan von Soconusco in der Richtung OSO—WNW): 75 Meilen.

III. Gruppe der Vulkane von Central-Amerika: ihre Länge von SO nach NW, vom Vulkan Soconusco bis Turrialva in Costa Rica, über 170 Meilen.

In der Reihenfolge der Vulkane von **Neu-Granada und Quito**, welche in 18 Vulkanen noch 10 entzündete umfaßt und ohngefähr die doppelte Länge der Pyrenäen hat, kann man von Norden nach Süden als vier kleinere Gruppen oder Unterabtheilungen bezeichnen: den Paramo de Ruiz und den nahen **Vulkan von Tolima** (Br. nach Acosta 4° 55′ N.) **Puracé** und **Sotará** bei Popayan (Br. 2°½); die Volcanes de Pasto, **Tuquerres** und **Cumbal** (Br. 2° 20′ bis 0° 50′); die Reihe der Vulkane von **Pichincha** bei Quito bis zu dem ununterbrochen thätigen **Sangay** (Aequator bis 2° südlicher Breite). Diese letzte Unterabtheilung der ganzen Gruppe ist unter den Vulkanen der Neuen Welt weder besonders auffallend durch ihre große **Länge**, noch durch die **Gedrängtheit** ihrer Reihung. Man weiß jetzt, daß sie auch nicht die höchsten Gipfel einschließt; denn der **Aconcagua** in Chili (Br. 32° 39′) von 21581 F. nach Kellet, von 22434 F. nach Fitz-Roy und Pentland: wie die Nevados von **Sahama** (20970 F.) **Parinacota** (20670 F.), **Gualateiri** (20604 F.) und **Pomarape** (20360 F., alle vier zwischen 18° 7′ und 18° 25′ südlicher Breite: werden für höher gehalten als der Chimborazo (20100 F.) Dennoch genießen die Vulkane von Quito unter allen Vulkanen des Neuen Continents den am weitesten verbreiteten Ruf; denn an jene Berge der Andeskette, an jenes Hochland von Quito ist das Andenken mühevoller, nach wichtigen Zwecken strebender, astronomischer, geodätischer, optischer, barometrischer Arbeiten geknüpft: das Andenken an zwei glänzende Namen, **Bouguer** und **La Condamine**! Wo geistige Beziehungen walten, wo eine Fülle von Ideen angeregt wird, welche gleichzeitig zur Erweiterung mehrerer Wissenschaften geführt haben, bleibt gleichsam **örtlich** der Ruhm auf lange gefesselt. So ist er auch vorzugsweise in den schweizer Alpen dem Montblanc geblieben: nicht wegen seiner Höhe, welche die des Monte Rosa nur um 523 Fuß übertrifft; nicht wegen der überwundenen Gefahr seiner Ersteigung: sondern wegen des Werthes und der Mannigfaltigkeit physikalischer und geologischer Ansichten, welche **Saussure's** Namen und das Feld seiner rastlosen Arbeitsamkeit verherrlichen. Die Natur erscheint da am größten, wo neben dem sinnlichen Eindruck sie sich auch in der Tiefe des Gedankens reflectirt.

Die **Vulkan-Reihe von Peru und Bolivia**, noch ganz der Aequinoctial-Zone angehörig und nach Pentland erst bei 15900 Fuß Höhe mit ewigem Schnee bedeckt (Darwin, Journal 1845 p. 244), erreicht ohngefähr in der Mitte ihrer Länge, in der Sahama-Gruppe, das Maximum ihrer Erhebung (20970 F.), zwischen 18° 7′ und 18° 25′ südlicher Breite. Dort erscheint bei Arica eine sonderbare busenförmige Einbiegung des Gestades, welcher eine plötzliche Veränderung in der **Achsenrichtung** der Andeskette und der ihr westlich vorliegenden Vulkan-Reihe entspricht. Von da gegen Süden streicht das Littoral, und zugleich die vulkanische Spalte, nicht mehr von Südost in Nordwest, sondern in der Richtung des Meridians: einer Richtung, die sich bis nahe dem westlichen Eingange der Magellanischen Meerenge, auf einer Länge von mehr als fünfhundert geographischen Meilen, erhält. Ein Blick auf die von mir im Jahr 1831 herausgegebene **Karte der Verzweigungen und Bergknoten der Andeskette** bietet noch viele andere ähnliche Uebereinstimmungen zwischen dem Umriß des Neuen Continents und den nahen oder fernen Cordilleren dar. So richten sich zwischen den Vorgebirgen Aguja und San Lorenzo (5°½ bis 1° südlicher Breite) beide, das Littoral der Südsee und die Cordilleren, von Süd nach Nord, nachdem sie so lange zwischen den Parallelen von Arica und Caxamarca von Südost nach Nordwest gerichtet waren; so laufen Littoral und Cordilleren vom Bergknoten des Imbaburu bei Quito bis zu dem de los Robles*) bei

*) Der Glimmerschiefer-Bergknoten de los Robles (Br. 2° 2′) und des Paramo de las Papas (Br. 2° 20′) enthält die, nicht 1½ Meilen von einander getrennten Alpenseen, Laguna de S. Iago und del Buey, aus deren ersterer die Cauca und zweiter der Magdalenenfluß entspringt, um, bald durch eine Central-Gebirgskette getrennt, sich erst in dem Parallel von 9° 27′ in den Ebenen von Mompox und Tenerife mit einander zu verbinden. Für die geologische Frage: ob die vulkanreiche Andeskette von Chili, Peru, Bolivia, Quito und

Popayan gar von Südwest in Nordost. Ueber den geologischen Causalzusammenhang dieser sich so vielfach offenbarenden Uebereinstimmung der Contour-Formen

---

Neu-Granada mit der Gebirgskette des Isthmus von Panama, und auf diese Weise mit der von Veragua und den Vulkan-Reihen von Costa Rica und ganz Central-Amerika, verzweigt sei? ist der genannte Bergknoten zwischen Popayan, Almaguer und Timana von großer Wichtigkeit. Auf meinen Karten von 1816, 1827 und 1831, deren Bergsysteme durch Brué in Joaquin Acosta's schöne Karte von Neu-Granada (1847) und andere Karten verbreitet worden sind, habe ich gezeigt, wie unter dem nördlichen Parallel von 2° 10' die Andeskette eine Dreitheilung erleidet; die westliche Cordillere läuft zwischen dem Thal des Rio Cauca und dem Rio Atrato, die mittlere zwischen dem Cauca und dem Rio Magdalena, die östliche zwischen dem Magdalenen-Thale und den Llanos (Ebenen), welche die Zuflüsse des Marañon und Orinoco bewässern. Die specielle Richtung dieser drei Cordilleren habe ich nach einer großen Anzahl von Punkten bezeichnen können, welche in die Reihe der astronomischen Ortsbestimmungen fallen, von denen ich in Südamerika allein 152 durch Stern-Culminationen erlangt habe.

Die westliche Cordillere läuft östlich vom Rio Dagua, westlich von Cazeres, Roldanilla, Toro und Anserma bei Cartago, von SSW in NNO, bis zum Salto de San Antonio im Rio Cauca (Br. 5° 14'), welcher südwestlich von der Vega de Supia liegt. Von da und bis zu dem neuntausend Fuß hohen Alto del Viento (Cordillera de Abibe oder Avidi, Br. 7° 12') nimmt die Kette an Höhe und Umfang beträchtlich zu, und verschmelzt sich in der Provinz Antioquia mit der mittleren oder Central-Cordillere. Weiter in Norden, gegen die Quellen des Rios Lucio und Guacuba, verläuft sich die Kette, in Hügelreihen vertheilt. Die Cordillera occidental, welche bei der Mündung des Dagua in die Bahia de San Buenaventura kaum 8 Meilen von der Südsee-Küste entfernt ist (Br. 3° 50'), hat die doppelte Entfernung im Parallel von Quibdo im Choco (Br. 5° 48'). Diese Bemerkung ist deshalb von einiger Wichtigkeit, weil mit der westlichen Andeskette nicht das hochhüglige Land und die Hügelkette verwechselt werden muß, welche in dieser, an Waschgold reichen Provinz sich von Novita und Tado an längs dem rechten Ufer des Rio San Juan und dem linken Ufer des großen Rio Atrato von Süden nach Norden hinzieht. Diese unbedeutende Hügelreihe ist es, welche in der Quebrada de la Raspadura von dem, zwei Flüsse (den Rio San Juan oder Noanama und den Rio Quibdo, einen Zustrom des Atrato), und durch diese zwei Oceane verbinden Canal des Mönches durchschnitten wird (Humboldt, Essai pol. T. I. p. 235); sie ist es auch, welche zwischen der von mir so lange vergeblich gerühmten Bahia de Cupica (Br. 6° 42') und den Quellen des Naipi, der in den Atrato fällt, auf der lehrreichen Expedition des Cap. Kellet gesehen worden ist. (Vergl. a. a. O. T. I. p. 231; und Robert Fitz-Roy, Considerations on the great Isthmus of Central America, im Journal of the Royal Geogr. Soc. Vol. XX. 1851 p. 178, 180 und 186.)

Die mittlere Andeskette (Cordillera central), anhaltend die höchste, bis in die ewige Schneegrenze reichend, und in ihrer ganzen Erstreckung wie die westliche Kette fast von Süden nach Norden gerichtet, beginnt 8 bis 9 Meilen in Nordost von Popayan mit den Paramos von Guanacos, Huila, Iraca und Chinche. Weiter hin erheben sich von S gegen N zwischen Buga und Chaparral der langgestreckte Rücken des Nevado de Baraguan (Br. 4° 11'), la Montana de Quindio, der schneebedeckte, abgestumpfte Kegel von Tolima, der Vulkan und Paramo de Ruiz und die Mesa de Herveo. Diese hohen und rauhen Berg-Einöden, die man im Spanischen mit dem Namen Paramos belegt, sind durch ihre Temperatur und einen eigenthümlichen Vegetations-Charakter bezeichnet, und liegen in dem Theil der Tropengegend, welchen ich hier beschreibe, nach dem Mittel vieler meiner Messungen von 9500 bis 11000 Fuß über dem Meeresspiegel. In dem Parallel von Mariquita, des Herveo und des Salto de San Antonio des Cauca-Thals beginnt eine massenhafte Vereinigung der westlichen und der Central-Kette, deren oben Erwähnung geschehen ist. Diese Verschmelzung wird am auffallendsten zwischen jenem Salto und der Angostura und Cascada de Caramanta bei Supia. Dort liegt das Hochland der schwer zugänglichen Provinz Antioquia, welche nach Manuel Restrepo sich von 5°¼ bis 8° 34' erstreckt, und in welcher wir in der Richtung von Süden nach Norden nennen als Höhenpunkte: Arma, Sonson; nördlich von den Quellen des Rio Samana: Marinilla, Rio Negro (6420 F.) und Medellin (4548 F.); das Plateau von Santa Rosa (7944 F.) und Valle de Osos. Weiter hin über Cazeres und Zaragoza hinaus, gegen den Zusammenfluß des Cauca und Nechi, verschwindet die eigentliche Gebirgskette; und der östliche Abfall der Cerros de San Lucar, welchen ich bei der Beschiffung und Aufnahme des Magdalena-Stromes von Badillas (Br. 8° 1') und Paturia (Br. 7° 36') aus gesehen, macht sich nur bemerkbar wegen des Contrastes der weiten Flußebene.

Die östliche Cordillere bietet das geologische Interesse dar, daß sie nicht nur das ganze nördliche Bergsystem Neu-Granada's von dem Tieflande absondert, aus welchem die Wasser theils durch den Caguan und Caqueta dem Amazonenfluß, theils durch den Guaviare, Meta und Apure dem Orinoco zufließen; sondern auch deutlichst mit der Küstenkette von Caracas in Verbindung tritt. Es findet nämlich dort statt, was man bei Gangsystemen ein Anscharen nennt: eine Verbindung von Gebirgsjöchern, die auf zwei Spalten von sehr verschiedener Richtung und wahrscheinlich auch zu sehr verschiedenen Zeiten sich erhoben haben. Die östliche Cordillere entfernt sich weit mehr als die beiden anderen von der Meridian-Richtung, abweichend gegen Nordosten, so daß sie in den Schneebergen von Merida (Br. 8° 10') schon 5 Längengrade östlicher liegt als bei ihrem Ausgang aus dem Bergknoten de los Robles unfern der Ceja und Timana. Nördlich von dem Paramo de la Suma Paz, östlich von der Purificacion, an dem westlichen Abhange des Paramo von Chingaza, in nur 8220 Fuß Höhe, erhebt sich über einem Eichenwald die schöne, aber baumlose und ernste Hochebene von Bogota (Br. 4° 36'). Sie hat etwa 18 geographische Quadratmeilen, und ihre Lage bietet eine auffallende Aehnlichkeit mit der des Beckens von Kaschmir, das aber am Wuller-See, nach Victor Jacquemont, um 3200 Fuß minder hoch ist und dem südwestlichen Abhange der Himalaya-Kette angehört. Von dem Plateau von Bogota und dem Paramo de Chingaza ab folgen in der östlichen Cordillere der Andes gegen Nordost die Paramos von Guachaneque über Tunja, von Zoraca über Sogamoso; von Chita (15000 F.?), nahe den Quellen des Rio Casanare, eines Zuflusses des Meta; vom Almorzadero (12060 F.) bei Socorro, von Cacota (10308 F.) bei Pamplona, von Laura und Porquera bei la Grita. Hier zwischen Pamplona, Salazar und Rosario (zwischen Br. 7° 8' und 7° 50') liegt der kleine Gebirgsknoten, von dem aus sich ein Kamm von Süden nach Norden gegen Ocana und Valle de Upar westlich von der Laguna de Maracaibo vorstreckt und mit den Vorbergen der Sierra Nevada de Santa Marta (18000 Fuß?) verbindet. Der höhere und mächtigere Kamm fährt in der ursprünglichen Richtung nach Nordosten gegen Merida, Truxillo und Barquisimeto fort, um sich dort östlich von der Laguna de Maracaibo der Granit-Küstenkette von Venezuela, in Westen von Puerto Cabello, anzuschließen. Von der Grita und dem Paramo

der Continente mit der Richtung naher Gebirgsketten (Südamerika, Alleghanys, Norwegen, Apenninen) scheint es schwer zu entscheiden.

Wenn auch gegenwärtig in den Vulkan-Reihen von Bolivia und Chili der, der Südsee nähere, westliche Zweig der Andeskette die meisten Spuren noch dauernder vulkanischer Thätigkeit aufweist; so hat ein sehr erfahrener Beobachter, Pentland, doch auch am Fuß der östlichen, von der Meeresküste über 45 geogr. Meilen entfernten Kette einen völlig erhaltenen, aber ausgebrannten Krater mit unverkennbaren Lavaströmen aufgefunden. Es liegt derselbe auf dem Gipfel eines Kegelberges bei San Pedro de Cacha im Thal von Yucay, in fast 11300 Fuß Höhe (Br. 14° 8', Länge 73° 40') südlich von Cuzo, wo die östliche Schneekette von Apolobamba, Carabaya und Vilcanoto sich von SO nach NW hinzieht. Dieser merkwürdige Punkt *) ist durch die Ruinen eines berühmten Tempels des Inca Viracocha bezeichnet. Die Meeresferne des alten, lavagebenden Vulkans ist weit größer als die des Sangay, der ebenfalls einer östlichen Cordillere zugehört; größer als die des Orizaba und Jorullo.

Eine vulkanleere Strecke von 135 Meilen Länge scheidet die Vulkan-Reihe Peru's und Bolivia's von der von Chili. Das ist der Abstand des Ausbruchs in der Wüste von Atacama von dem Vulkan von Coquimbo. Schon 2° 34' südlicher erreicht, wie früher bemerkt, im Vulkan Aconcagua (21584 F.) die Gruppe der Vulkane von Chili das Maximum ihrer Höhe, welches nach unsren jetzigen Kenntnissen zugleich auch das Maximum aller Gipfel des Neuen Continents ist. Die mittlere Höhe der Sahama-Gruppe ist 20650 Fuß, also 550 Fuß höher als der Chimborazo. Dann folgen in schnell abnehmender Höhe: Cotopaxi, Arequipa (?) und Tolima zwischen 17712 und 17010 Fuß Höhe. Ich gebe scheinbar in sehr genauen Zahlen, unverändert, Resultate von Messungen an, welche ihrer Natur nach leider! aus trigonometrischen und barometrischen Bestimmungen zusammengesetzt sind: weil auf diese Weise am meisten zur Wiederholung der Messungen und Correction der Resultate angeregt wird. In der Reihe der Vulkane Chili's, deren ich 24 aufgeführt habe, sind leider sehr wenige und meist nur die südlichen, niedrigeren, zwischen den Parallelen von 37° 20' bis 43° 40', von Antuco bis Yantales, hypsometrisch bestimmt. Es haben dieselben die unbeträchtlichen Höhen von sechs- bis achttausend Fuß. Auch in der Tierra del Fuego selbst erhebt sich der mit ewigem Schnee bedeckte Gipfel des Sarmiento nach Fitz-Roy nur bis 6400 Fuß. Vom Vulkan von Coquimbo bis zu dem Vulkan San Clemente zählt man 242 Meilen.

Ueber die Thätigkeit der Vulkane von Chili haben wir die wichtigen Zeugnisse von Charles Darwin †): der den Osorno, Corcovado und Aconcagua sehr bestimmt als entzündet aufführt; die Zeugnisse von Meyen, Pöppig und Gay: welche den Maipu, Antuco und Peteroa bestiegen: die von Domeyko, dem Astronomen Gilliß und Major Philippi. Man möchte die Zahl der entzündeten Krater auf dreizehn setzen: nur fünf weniger als in der Gruppe von Central-Amerika.

---

de Porquera an erhebt sich die östliche Cordillere auf einmal wieder zu einer außerordentlichen Höhe. Es folgen zwischen den Parallelen von 8° 5' und 9° 7' die Sierra Nevada de Merida (Mucuchies), von Boussingault untersucht und von Codazzi trigonometrisch zu 14136 Fuß Höhe bestimmt; und die vier Paramos de Timotes, Niquitao, Boconó und de las Rosas, voll der herrlichsten Alpenpflanzen. (Vergl. Codazzi, Resúmen de la Geografía de Venezuela 1841 p. 12 und 495; auch meine Asie centrale über die Höhe des ewigen Schnees in dieser Zone, T. III. p. 258—262.) Vulkanische Thätigkeit fehlt der westlichen Cordillere ganz; der mittleren ist sie eigen bis zum Tolima und Paramo de Ruiz, die aber vom Vulkan von Puracé fast um drei Breitengrade getrennt sind. Die östliche Cordillere hat nahe an ihrem östlichen Abfall, an dem Ursprung des Rio Fragua, nordöstlich von Mocoa, südöstlich von Timana, einen rauchenden Hügel: entfernter vom Littoral der Südsee als irgend ein anderer noch thätiger Vulkan im Neuen Continent. Eine genaue Kenntniß der örtlichen Verhältnisse der Vulkane zu der Gliederung der Gebirgszüge ist für die Vervollkommnung der Geologie der Vulkane von höchster Wichtigkeit. Alle älteren Karten, das einzige Hochland von Quito abgerechnet, konnten nur irre leiten.

*) Pentland in Mary Somerville's Phys. Geography (1851) Vol. I. p. 185. Der Pic von Vilcanoto (15970 F.) liegend in Br. 14° 28', ein Theil des mächtigen Gebirgsstockes dieses Namens, ost-westlich gerichtet, schließt das Nordende der Hochebene, in welcher der 22 geogr. Meilen lange See von Titicaca, ein kleines Binnenmeer, liegt.

†) Vergl. Darwin, Journal of researches into the Natural History and Geology during the Voyage of the Beagle 1845 p. 275, 291 und 310.

Von den 5 Gruppen der Reihen-Vulkane des Neuen Continents, welche nach astronomischen Ortsbestimmungen und meist auch hypsometrisch in Lage und Höhe haben angegeben werden können, wenden wir uns nun zu dem Alten Continent, in dem, ganz im Gegensatz mit dem Neuen, die größere Zahl zusammengedrängter Vulkane nicht dem festen Lande, sondern den Inseln angehört. Es liegen die meisten europäischen Vulkane im mitelländischen Meer, und zwar (wenn man den großen, mehrfach thätigen Krater zwischen Thera, Theresia und Aspronisi mitrechnet) in dem tyrrhenischen und ägäischen Theile; es liegen in Asien die mächtigsten Vulkane auf den Großen und Kleinen Sunda-Inseln, den Molukken, den Philippinen; in den Archipelen von Japan, der Kurilen und der Aleuten im Süden und Osten des Continent.

In keiner anderen Region der Erdoberfläche zeigen sich so häufige und so frische Spuren des regen Verkehrs zwischen dem Inneren und dem Aeußeren unseres Planeten als auf dem engen Raume von kaum 800 geographischen Quadratmeilen zwischen den Parallelen von 10° südlicher und 14° nördlicher Breite, wie zwischen den Meridianen der Südspitze von Malacca und der Westspitze der Papua-Halbinsel von Neu-Guinea. Das Areal dieser vulkanischen Inselwelt erreicht kaum die Größe der Schweiz, und wird bespült von der Sunda-, Banda-, Solo- und Mindoro-See. Die einzige Insel Java enthält noch jetzt eine größere Zahl entzündeter Vulkane als die ganze südliche Hälfte von Amerika, wenn gleich diese Insel nur 136 geographische Meilen lang ist, d. i. nur 1/7 der Länge von Südamerika hat. Ein neues, langerwartetes Licht über die geognostische Beschaffenheit von Java ist (nach früheren, sehr unvollständigen, aber verdienstlichen Arbeiten von Horsfield, Sir Thomas Stamford Raffles und Reinwardt) durch einen kenntnißvollen, kühnen und unermüdet thätigen Naturforscher, Franz Junghuhn, neuerdings verbreitet worden. Nach einem mehr als zwölfjährigen Aufenthalte hat er in einem lehrreichen Werke: Java, seine Gestalt und Pflanzendecke und innere Bauart, die ganze Naturgeschichte des Landes umfaßt. Ueber 400 Höhen wurden barometrisch mit Sorgfalt gemessen; die vulkanischen Kegel- und Glockenberge, 45 an der Zahl, in Profilen dargestellt und bis auf drei*) alle von Junghuhn erstiegen. Ueber die Hälfte, wenigstens 28, wurden als noch entzündet und thätig erkannt; ihre merkwürdigen und so verschiedenen Reliefformen mit ausgezeichneter Klarheit beschrieben, ja in die erreichbare Geschichte ihrer Ausbrüche eingedrungen. Nicht minder wichtig als die vulkanischen Erscheinungen von Java sind die dortigen Sediment-Formationen tertiärer Bildung, die vor der eben genannten ausführlichen Arbeit uns vollkommen unbekannt waren und doch 3/5 des ganzen Areals der Insel, besonders in dem südlichen Theile, bedecken. In vielen Gegenden von Java finden sich als Reste ehemaliger weitverbreiteter Wälder drei bis sieben Fuß lange Bruchstücke von verkieselten Baumstämmen, die allein den Dicotyledonen angehören. Für ein Land, in welchem jetzt eine Fülle Palmen und Baumfarren wachsen, ist dies um so merkwürdiger, als im miocenen Tertiär-Gebirge der Braunkohlen-Formation von Europa, da, wo jetzt baumstämmige Monocotyledonen nicht mehr gedeihen, nicht selten fossile Palmen angetroffen werden.†) Durch das fleißige Sammeln von Blatt-Abdrücken und versteinerten Hölzern hat Junghuhn Gelegenheit dargeboten, daß die nach seiner Sammlung von Göppert scharfsinnig bearbeitete vorweltliche Flora von Java als das erste Beispiel der fossilen Flora einer rein tropischen Gegend hat erscheinen können.

Die Vulkane von Java stehen in Ansehung der Höhe, welche sie erreichen, denen der drei Gruppen von Chili, Bolivia und Peru, ja selbst der zwei Gruppen von Quito sammt

---

*) Junghuhn, Java Bd. I. S. 79.

†) A. a. O. Bd. III. S. 155 und Göppert, die Tertiärflora auf der Insel Java nach den Entdeckungen von Fr. Junghuhn (1854) S. 17. Die Abwesenheit der Monocotyledonen ist aber nur eigenthümlich den [illegible] und besonders in den Bächen der Regentschaft Bantam liegenden verkieselten Baumstämmen; in den unterirdischen Kohlenschichten finden sich dagegen Reste von Palmenholz, die zwei Geschlechtern (Flabellaria und Amesoneuron) angehören. S. Göppert S. 31 und 35.

Neu-Granada und vom tropischen Mexico, weit nach. Die Maxima, welche die genannten amerikanischen Gruppen erreichen, sind für Chili, Bolivia und Quito 20000 bis 21600 Fuß; für Mexico 17000 Fuß. Das ist fast um zehntausend Fuß (um die Höhe des Aetna) mehr als die größte Höhe der Vulkane von Sumatra und Java. Auf der letzteren Insel ist der höchste und noch entzündete Coloß der Gunung Semeru, die culminirende Spitze der ganzen javanischen Vulkan-Reihe. Junghuhn hat dieselbe im September 1844 erstiegen; das Mittel seiner Barometer-Messungen gab 11480 Fuß über der Meeresfläche: also 1640 Fuß mehr als der Gipfel des Aetna. Bei Nacht sank das hunderttheilige Thermometer unter 6°,2. Der ältere, Sanskrit-Name des Gunung Semeru war Mahâ-Mêru (der große Meru): eine Erinnerung an die Zeit, als die Malayen indische Cultur aufnahmen; eine Erinnerung an den Weltberg im Norden, welcher nach dem Malhabharata der mythische Sitz ist von Brahma, Wischnu und den sieben Dêvarschi.*) Auffallend ist es, daß, wie die Eingeborenen der Hochebene von Quito schon vor jeglicher Messung errathen hatten, daß der Chimborazo alle andere Schneeberge des Landes überrage, so die Javanen auch wußten, daß der heilige Berg Mahâ-Mêru, welcher von dem Gunung Ardjuno (10350 F.) wenig entfernt ist, das Maximum der Höhe auf der Insel erreiche; und doch konnte hier, in einem schneefreien Lande, der größere Abstand des Gipfels von der Niveau-Linie der ewigen unteren Schneegrenze eben so wenig das Urtheil leiten als die Höhe eines temporären, zufälligen Schneefalles.†)

Der Höhe des Gunung Semeru, welcher 11000 Fuß übersteigt, kommen vier andere Vulkane am nächsten, die hypsometrisch zu zehn- und eilftausend Fuß gefunden wurden. Es sind Gunung‡) Slamat oder Berg von Tegal (10430 F.), G. Ardjuno (10350 F.), G. Sumbing (10348 F.) und G. Lawu (10065 F.). Zwischen neun- und zehntausend Fuß fallen noch sieben Vulkane von Java: ein Resultat, das um so wichtiger ist, als man früher keinem Gipfel auf der Insel mehr als sechstausend Fuß zuschrieb.||) Unter den fünf Gruppen der nord- und südamerikanischen Vulkane ist die von Guatemala (Central-Amerika) die einzige, welche in mittlerer Höhe von der Java-Gruppe übertroffen wird. Wenn auch bei Alt-Guatemala der Volcan de Fuego (nach der Berechnung und Reduction von Poggendorff) 12300 Fuß, also 820 Fuß mehr Höhe als der Gunung Semeru, erreicht; so schwankt doch der übrige Theil der Vulkan-Reihe Central-Amerika's nur zwischen fünf- und siebentausend, nicht, wie auf Java, zwischen sieben- und zehntausend Fuß. Der höchste Vulkan Asiens ist aber nicht in dem asiatischen Inselreiche (dem Archipel der Sunda-Inseln), sondern auf dem Continent zu suchen; denn auf der Halbinsel Kamtschatka erhebt sich der Vulkan Kljutschewsk bis 14790 Fuß, fast zur Höhe des Rucu-Pichincha in den Cordilleren von Quito.

Die gedrängte Reihe der Vulkane von Java (über 45 an der Zahl) hat in ihrer Haupt-

---

*) Ueber die Bedeutung des Wortes Mêru und die Vermuthungen, welche mir Burnouf über seinen Zusammenhang mit mîra (einem Sanskrit-Worte für Meer) mitgetheilt, s. meine Asie centrale T. I. p. 114—116 und Lassen's Indische Alterthumskunde Bd. I. S. 847, der geneigt ist den Namen für nicht sanskritischen Ursprungs zu halten.

†) S. Kosmos 4. Buch S. 762.

‡) Gunung ist das javanische Wort für Berg, im Malayischen gûnong, das merkwürdigerweise nicht weiter über den ungeheuren Bereich des malayischen Sprachstammes verbreitet ist; s. die vergleichende Worttafel in meines Bruders Werke über die Kawi-Sprache Bd. II. S. 249 No. 62. Da es die Gewohnheit ist dieses Wort gunung den Namen der Berge auf Java vorzusetzen, so ist es im Texte durch ein einfaches G. angedeutet.

||) Léop. de Buch, Description physique des Iles Canaries 1836 p. 419. Aber nicht bloß Java (Junghuhn Th. I. S. 61 und Th. II. S. 547) hat einen Coloß, den Semeru von 11480 F., welcher also den Pic von Teneriffa um ein Geringes an Höhe übersteigt; dem ebenfalls noch thätigen, aber, wie es scheint, minder genau gemessenen Pic von Indrapura auf Sumatra werden auch 11500 Fuß zugeschrieben (Th. I. S. 78 und Profil-Karte No. 1). Diesem stehen auf Sumatra am nächsten die Kuppe Telaman, welche einer der Gipfel des Ophir (nicht 12980, sondern nur 9010 F. hoch) ist; und der Merapi (nach Dr. Horner 8980 F.), der thätigste unter den 13 Vulkanen von Sumatra, der aber (Th. II. S. 294 und Junghuhn's Battaländer 1847 Th. I. S. 25), bei der Gleichheit des Namens, nicht zu verwechseln ist mit zwei Vulkanen auf Java: dem berühmten Merapi bei Jogjakerta (8640 F.) und dem Merapi als östlichem Gipfeltheile des Vulkans Idjen (8065 F.). Man glaubt in dem Merapi wieder den heiligen Namen Meru, mit dem malayischen und javanischen Worte api, Feuer, verbunden, zu erkennen.

…—OSO (genau W 12° N): also meist der Vulkan-Reihe des … …, aber nicht der Längen-Axe der Insel Java parallel. Diese …-Kette schließt keinesweges die Erscheinung aus, auf welche …sen Himalaya-Kette aufmerksam gemacht hat: daß einzeln 3 …gereiht sind, daß die kleinen Axen dieser Partial-Reihen mit … schiefen Winkel machen. Dies Spalten-Phänomen, wel… … und Strachey beobachtet und theilweise dargestellt haben †), … kleinen Axen der Nebenspalten schaaren sich an die große an, … Winkel, und selbst in vulkanischen Ketten liegen oft ge… etwas von der großen Axe entfernt. Wie in den meisten … auch auf Java kein bestimmtes Verhältniß zwischen der …fel-Kraters. Die beiden größten Krater gehören dem Gu…nung Raon an. Der erste von beiden ist ein Berg dritter … Höhe. Sein zirkelrunder Krater hat aber 20000 Fuß, also … im Durchmesser. Der ebene Boden des Kraters ist ein …750 Fuß unter dem höchsten Punkte der Umwallung liegt, und … Schicht zerriebener Rapilli schlackige Lavamassen hervorragen. … mit glühender Lava angefüllte Krater des Kirauea auf Ha… …nen trigonometrischen Aufnahme des Cap. Wilkes und den … Dana's nicht die Krater-Größe des Gunung Tengger. In … dem letzteren erheben sich vier kleine Auswurfs-Kegel eigent… …ge Schlünde, von denen jetzt nur einer, Bromo (der mythische … welchem in den Kawi-Wortverzeichnissen die Bedeutung Feuer … Sanskrit nicht zeigt), unentzündet ist. Bromo bietet das merkwür… … in seinem Trichter sich von 1838 bis 1842 ein See bildete, von …wiesen hat, daß er seinen Ursprung dem Zufluß atmosphärischer … durch gleichzeitiges Eindringen von Schwefeldämpfen erwärmt und … Nach dem Gunung Tengger hat der Gunung Raon den größten …messer jedoch um die Hälfte kleiner. Seine Tiefe gewährt einen schauer… Sie scheint über 2250 Fuß zu betragen; und doch ist der merkwürdige, … Vulkan, welchen Junghuhn bestiegen und so sorgfältig beschrieben ‡) hat, … der so verdienstvollen Karte von Raffles genannt worden.

…ne von Java bieten, wie meist alle Reihen-Vulkane, die wichtige Erscheinung … …zeitigkeit großer Eruptionen viel seltener bei einander nahe liegenden als … einander entfernten Kegeln beobachtet wird. Als in der Nacht vom 11ten zum … 1772 der Vulkan G. Pepandajan (6600 F.) den verheerendsten Feueraus… …, der in historischen Zeiten die Insel betroffen hat, entflammten sich in derselben … andere Vulkane, der G. Tjerimai und der G. Slamat, welche in gerader Linie … geogr. Meilen vom … …ajan entfernt liegen. §) Stehen auch die Vulkane … alle über Einem … …t doch gewiß das Netz der Spalten, durch welch…

… Java Bd. I. … Hooker, Sket… … Himalaya Jou… Bengal; wie auch … … Physical Geog…

… Java Bd. II. … … 1829 bis 184… … 8 feurige … 1842 verschw… … der nach be… … die Auswe… Wassers im Kesselschlunde gar nicht den Ausbruch glühender, weit geschleuderter Schlacken gehindert haben.

‡) Junghuhn Bd. II. S. 621—611.

§) Der G. Pepandajan ist 1819 von Reinwardt, …837 von Junghuhn erstiegen worden. Der Letztere, … welcher die Umgebung des Berges, ein mit vielen eckigen …geworfenen Lavablöcken bedecktes Trümmerfeld, ge… …[illegible] und mit den frühesten Berichten verglichen … …[illegible] … so viele schätzbare Wahrheiten verbreitete … …[illegible] Theil des eingestürzten Berges und … …[illegible] Quadratmeilen während des …[illegible] …sunken sei, für sehr übertrie… … 100.

sie communiciren, so zusammengesetzt, daß die Verstopfung alter Dampfcanäle, oder im Lauf der Jahrhunderte die temporäre Eröffnung neuer den simultanen Ausbruch auf sehr entfernten Punkten begreiflich machen. Ich erinnere an das plötzliche Verschwinden der Rauchsäule, die aus dem Vulkan von Pasto aufstieg, als am Morgen des 4ten Februars 1797 das furchtbare Erdbeben von Riobamba die Hochebene von Quito zwischen dem Tunguragua und Cotopaxi erschütterte.*)

Den Vulkanen der Insel Java wird im allgemeinen ein Charakter gerippter Gestaltung zugeschrieben, von dem ich auf den canarischen Inseln, in Mexico und in den Cordilleren von Quito nichts ähnliches gesehen habe. Der neueste Reisende, welchem wir so treffliche Beobachtungen über den Bau der Vulkane, die Geographie der Pflanzen und die psychrometrischen Feuchtigkeits-Verhältnisse verdanken, hat die Erscheinung, deren ich hier erwähne, mit so bestimmter Klarheit beschrieben, daß ich, um zu neuen Untersuchungen Anlaß zu geben, nicht versäumen darf, die Aufmerksamkeit auf jene Regelmäßigkeit der Form zu richten. „Obgleich", sagt Herr Junghuhn, „die Oberfläche eines 10300 Fuß hohen Vulkans, des Gunung Sumbing, aus einiger Entfernung gesehen, wie eine ununterbrochen ebene und geneigte Fläche des Kegelberges erscheint; so findet man doch bei näherer Betrachtung, daß sie aus lauter einzelnen schmalen Länge-Rücken oder Rippen besteht, die nach unten zu sich immer mehr spalten und breiter werden. Sie ziehen sich vom Gipfel des Vulkans oder noch häufiger von einer Höhe, die einige hundert Fuß unterhalb des Gipfels liegt, nach allen Seiten, wie die Strahlen eines Regenschirmes divergirend, zum Fuße des Berges herab." Diese rippenförmigen Länge-Rücken haben bisweilen auf kurze Zeit einen geschlängelten Lauf, werden aber alle durch neben einander liegende, gleich gerichtete, auch im Herabsteigen breiter werdende Zwischenklüfte von drei- bis vierhundert Fuß Tiefe gebildet. Es sind Ausfurchungen der Oberfläche, „welche an den Seitengehängen aller Vulkane der Insel Java sich wiederfinden, aber in der mittleren Tiefe und dem Abstande ihres oberen Anfanges vom Kraterrande und von einem uneröffneten Gipfel bei den verschiedenen Kegelbergen bedeutend von einander abweichen. Der G. Sumbing (10348 F.) gehört zu der Anzahl derjenigen Vulkane, welche die schönsten und regelmäßigst gebildeten Rippen zeigen, da der Berg von Waldbäumen entblößt und mit Gras bedeckt ist." Nach den Messungen, welche Junghuhn †) bekannt gemacht, nimmt die Zahl der Rippen durch Verzweigung eben so zu, als der Neigungswinkel abnimmt. Oberhalb der Zone von 9000 Fuß sind im G. Sumbing nur etwa 10 solche Rippen, in 8500 F. Höhe 32, in 5500 F. an 72, in 3000 F. Höhe über 95. Der Neigungswinkel nimmt dabei ab von 37° zu 25° und 10°½. Fast eben so regelmäßig sind die Rippen am Vulkan G. Tengger (8165 F.), während sie am G. Ringgit durch die verwüstenden Ausbrüche, welche dem Jahre 1586 folgen, bedeckt und zerstört worden sind. ‡) „Die Entstehung der so eigenthümlichen Längen-Rippen und der dazwischen liegenden Bergklüfte, deren Zeichnungen gegeben sind, wird der Auswaschung durch Bäche zugeschrieben."

Allerdings ist die Masse der Meteorwasser in dieser Tropengegend im Mittel wohl 3- bis 4mal beträchtlicher als in der temperirten Zone, ja die Zuströmungen sind oft wolkenbruchartig; denn wenn auch im ganzen die Feuchtigkeit mit der Höhe der Luftschichten abnimmt, so üben dagegen die großen Kegelberge eine besondere Anziehung auf das Gewölk aus, und die vulkanischen Ausbrüche sind, wie ich schon an anderen Orten bemerkt habe, ihrer Natur nach gewittererregend. Die Kluft- und Thalbildungen (Barrancos), welche in den Vulkanen der canarischen Inseln und in den Cordilleren von Südamerika nach den von Leopold v. Buch ||) und von mir vielfältig gegebenen Beschreibungen dem Reisenden wichtig werden, weil sie ihm das Innere des Gebirges erschließen und ihn selbst bisweilen

*) Kosmos 4. Buch S. 639; und Voyage aux Régions équinox. T. II. p. 16.

†) Junghuhn Bd. II. S. 241—246.

‡) A. a. O. S. 566, 590 und 607—609.

||) Leop. von Buch, phys. Beschreib. der canarischen Inseln S. 206, 218, 248 und 289.

bis in die Nähe der höchsten Gipfel und an die Umwallung eines Erhebungs-Kraters leiten, bieten analoge Erscheinungen dar; aber wenn dieselben auch zu Zeiten die sich sammelnden Meteorwasser fortführen, so ist diesen doch wohl nicht die primitive Entstehung der barrancos*) an dem Abfall der Vulkane zuzuschreiben. Spaltungen als Folge der Faltung in der weich gehobenen und sich erst später erhärtenden trachytischen Masse sind wahrscheinlich allen Erosions-Wirkungen und dem Stoß der Wasser vorhergegangen. Wo aber tiefe barrancos in den von mir besuchten vulkanischen Gegenden sich an dem Abfall oder Gehänge von Glocken- oder Kegelbergen (*en las faldas* de los Cerros barrancosos) zeigten, war keine Spur von der Regelmäßigkeit oder strahlenförmigen Verzweigung zu entdecken, welche wir nach Junghuhn's Werken in den sonderbaren Reliefformen der Vulkane von Java kennen lernen. †) Die meiste Analogie mit der hier behandelten Reliefform gewährt das Phänomen, auf welches Leopold von Buch und der scharfsinnige Beobachter der Vulkane, Poulet Scrope, schon aufmerksam gemacht haben: das Phänomen, daß große Spalten sich fast immer nach der Normal-Richtung der Abhänge, strahlenförmig, doch unverzweigt, vom Centrum des Berges aus, nicht queer auf denselben, in rechtem oder schiefem Winkel eröffnen.

Der Glaube an die völlige Abwesenheit von Lavaströmen auf der Insel Java ‡), zu dem Leopold von Buch nach Erfahrungen des verdienstvollen Reinwardt sich hinzuneigen schien, ist durch die neueren Beobachtungen mehr als erschüttert worden. Junghuhn bemerkt allerdings, „daß der mächtige Vulkan Gunung Merapi in der geschichtlichen Periode seiner Ausbrüche nicht mehr zusammenhangende, compacte Lavaströme gebildet, und daß er nur Lava-Fragmente (Trümmer) oder unzusammenhangende Steinblöcke ausgeworfen habe, wenn man auch im Jahre 1837 neun Monate lang an dem Abhange des Auswurfs-Kegels nächtlich feurige Streifen herabziehen sah.“ ||) Aber derselbe so

---

*) Barranco und barranca, beide gleichbedeutend und beide genugsam im spanischen Amerika gebraucht, bezeichnen allerdings eigentlich eine Wasserfurche, einen Wasserriß: la quiebra que hacen en la tierra las corrientes de las aguas: — "una torrente que hace barrancas"; weiter bezeichnen sie auch jegliche Schlucht. Daß aber das Wort barranca mit barro, Thon, weicher, feuchter Letten, auch Wegkoth, zusammenhange: ist zu bezweifeln.

†) Lyell, Manual of elementary Geology 1855 chapt. XXIX p. 497. Die auffallendste Analogie mit dem Phänomen regelmäßiger Geripptheit auf Java bietet die Oberfläche des Somma-Mantels am Vesuv dar, über dessen 70 Faltungen ein scharfsinniger und genau messender Beobachter, der Astronom Julius Schmidt, viel Licht verbreitet hat (die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 101—109). Diese Thalfurchen sind nach Leop. von Buch ihrem primitiven Ursprunge nach nicht Regenrisse (fiumare), sondern Folgen der Zersprengtheit (Faltung, étoilement) bei erster Erhebung der Vulkane. Auch die meist radiale Stellung der Seiten-Ausbrüche gegen die Achse der [illegible] scheint damit zusammenzuhängen.

‡) "L'obsidienne et par cons[illegible] ponces sont aussi rares à Java [illegible] Un autre fait très curi[illegible] coulée de lave dans [illegible] wardt, qui lui-même a [illegible] conclusions, dit expre[illegible] ples que [illegible] [illegible] halte [illegible] ungen von J. [illegible] der im District Batu-gangi liegt. Das ist also identisch die Formation von dioritischem Trachyte der Vulkane Orizaba und Toluca von Mexico, der Insel Panaria in den Liparen und Aegina im ägäischen Meer!

||) Junghuhn Bd. II. S. 309 und 314. Die feurigen Streifen, welche man am Vulkan G. Merapi sah, waren gebildet durch nahe zusammengedrängte Schlackenströme (traînées de fragmens), durch unzusammenhangende Massen, die beim Ausbruch nach derselben Seite hin herabrollen und bei sehr verschiedenem Gewicht am jähen Abfall auf einander stoßen. Bei dem Ausbruch des G. Lamongan am 26. März 1847 hat sich, einige hundert Fuß unterhalb des Ortes ihres Ursprungs, eine solche bewegte Schlackenreihe in zwei Arme getheilt. „Der feurige Streifen“, heißt es ausdrücklich (Bd. II, S. 767), „bestand nicht aus wirklich geschmolzener Lava, sondern aus dicht hinter einander rollenden Lava-Trümmern.“ Der G. Lamongan und der G. Semeru sind gerade die beiden Vulkane der Insel Java, welche durch ihre Thätigkeit in langen Perioden dem kaum 2800 Fuß hohen Stromboli am ähnlichsten gefunden werden, da sie, wenn gleich in Höhe so auffallend verschieden (der Lamongan 5010 und der Semeru 11480 F. hoch), der erstere nach Pausen von 15 bis 20 Minuten (Eruption vom Juli 1838 und März 1847), der andere von 1½ bis 3 Stunden (Eruption vom August 1836 und September 1844), Schlacken-Auswürfe zeigten (Bd. II. S. 551 und 765 bis 769). Auf Stromboli selbst kommen neben vielen Schlacken-Auswürfen auch kleine, aber seltene Lava-Ergießungen vor, welche, durch Hindernisse aufgehalten, bisweilen am Abhange des Kegels erstarren. Ich lege [illegible] Wichtigkeit auf die verschiedenen Formen [illegible] oder Sonderung, unter denen [illegible] Materien ausgestoßen [illegible] aus denselben oder aus verschiedenen [illegible] Vertiefungen, unter veränderten [illegible]

aufmerksame Reisende hat umständlichst und deutlich drei basaltartige schwarze Lavaströme an drei Vulkanen: Gunung Tengger, G. Idjen und Slamat *), beschrieben. An dem letzteren verlängert sich der Lavastrom, nachdem er Veranlassung zu einem Wasserfall gegeben, bis in das Tertiär-Gebirge. †) Junghuhn unterscheidet von solchen wahren Lava-Ergüssen, die zusammenhangende Massen bilden, sehr genau bei dem Ausbruch des G. Lamongan ‡) vom 6ten Juli 1838, was er einen Steinstrom nennt: aus gereiht ausgestoßenen, großentheils eckigen, glühenden Trümmern bestehend. „Man hörte das Gekrach der aufschlagenden Steine, die, feurigen Punkten gleich, in einer Linie oder ordnungslos herabrollten." Ich hefte sehr absichtlich die Aufmerksamkeit auf die sehr verschiedene Art, in der feurige Massen an dem Abhange eines Vulkans erscheinen, weil in dem Streite über das Maximum des Fallwinkels der Lavaströme bisweilen glühende Steinströme (Schlackenmassen), in Reihen sich folgend, mit continuirlichen Lavaströmen verwechselt werden.

Da gerade in neuester Zeit das wichtige, die innere Constitution der Vulkane betreffende und, ich darf hinzusetzen, nicht ernst genug behandelte Problem der Seltenheit oder des völligen Mangels von Lavaströmen in Beziehung auf Java so oft zur Sprache gekommen ist; so scheint es hier der Ort dasselbe unter einen allgemeineren Gesichtspunkt zu stellen. Wenn auch sehr wahrscheinlich in einer Vulkan-Gruppe oder Vulkan-Reihe alle Glieder in gewissen gemeinsamen Verhältnissen zu dem allgemeinen Heerde, dem geschmolzenen Erd-Inneren, stehen; so bietet doch jedes Individuum eigenthümliche physikalische und chemische Processe dar in Hinsicht auf Stärke und Frequenz der Thätigkeit, auf Grad und Form der Fluidität und auf Stoff-Verschiedenheit der Producte: Eigenthümlichkeiten, welche man nicht durch Vergleichung der Gestaltung und der Höhe über der jetzigen Meeresfläche erklären kann. Der Bergcoloß Sangay ist eben so ununterbrochen in Eruption als der niedrige Stromboli; von zwei einander nahen Vulkanen wirft der eine nur Bimssteine oder Obsidian, der andere beide zugleich aus; der eine giebt nur lose Schlacken, der andere in schmalen Strömen fließende Lava. Diese charakterisirenden Processe scheinen dazu bei vielen in verschiedenen Epochen ihrer Thätigkeit nicht immer dieselben gewesen zu sein. Keinem der beiden Continente ist vorzugsweise Seltenheit oder gar Abwesenheit von Lavaströmen zuzuschreiben. Auffallende Unterschiede treten nur in solchen Gruppen hervor, für welche man sich auf uns nahe liegende, bestimmte historische Perioden beschränken muß. Das Nicht-Erkennen von einzelnen Lavaströmen hängt von vielerlei Verhältnissen gleichzeitig ab. Zu diesen gehören: die Bedeckung mächtiger Tuff-, Rapilli- und Bimsstein-Schichten; die gleich- oder ungleichzeitige Confluenz mehrerer Ströme,

nommen, sind sehr zu wünschen bei der Armuth und großen Einseitigkeit der Ansichten, zu welcher die vier thätigen europäischen Vulkane führen. Die von mir 1802, von meinem Freunde Boussingault 1831 aufgeworfene Frage: ob in den Cordilleren von Quito der Antisana Lavaströme gegeben habe? die wir weiter unten berühren, findet vielleicht in den Ideen der Sonderung des Flüssigen ihre Lösung. Der wesentliche Charakter eines Lavastromes ist der einer gleichmäßigen, zusammenhangenden Flüssigkeit, eines bandartigen Stromes, aus welchem beim Erkalten und Verhärten sich an der Oberfläche Schalen ablösen. Diese Schalen, unter denen die, fast homogene Lava lange fortfließt, richten sich theilweise durch Ungleichheit der inneren Bewegung und Entwickelung heißer Gas-Arten schief oder senkrecht auf; und wenn so mehrere Lavaströme zusammenfließend einen Lavasee, wie in Island, bilden, so entsteht nach der Erkaltung ein Trümmerfeld. Die Spanier, besonders in Mexico, nennen eine solche, zum Durchstreifen sehr unbequeme Gegend ein malpais. Es erinnern solche Lavafelder, die man oft in der Ebene am Fuß eines Vulkans findet, an die gefrorene Oberfläche eines Sees mit aufgethürmten kurzen Eisschollen.

*) Den Namen G. Idjen kann man nach Buschmann durch das javanische Wort hidjèn: einzeln, allein, besonders, deuten: eine Ableitung von dem Subst. hidji oder widji, Korn, Saamenkorn, welches mit sa das Zahlwort eins ausdrückt. Ueber die Etymologie von G. Tengger siehe die inhaltreiche Schrift meines Bruders über die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 188), wo auf die historische Wichtigkeit des Tengger-Gebirges hingewiesen wird, das von einem kleinen Volksstamme bewohnt wird, welcher, feindlich gegen den jetzt allgemeinen Mohammedanismus auf der Insel, seinen alten indisch-japanischen Glauben bewahrt hat. Junghuhn, der sehr fleißig Bergnamen aus der Kawi-Sprache erklärt, sagt (Th. II. S. 554), tenggor bedeute im Kawi Hügel; eine solche Deutung erfährt das Wort auch in Gericke's javanischem Wörterbuch (Javaansch-nederduitsch Woordenboek, Amst. 1847). Slamat, der Name des hohen Vulkans von Tegal, ist das bekannte arabische Wort selamat, welches Wohlfahrt, Glück und Heil bedeutet.

†) Junghuhn Bd. II.: Slamat S. 153 u. 163, Idjen S. 698, Tengger S. 773.

‡) Bd. II. S. 760—762.

welche ein weit ausgedehntes Lava- oder Trümmerfeld bilden; der Umstand, daß in einer weiten Ebene längst zerstört sind die kleinen conischen Ausbruch-Kegel, gleichsam das vulkanische Gerüste, welchem, wie auf Lancerote, die Lava stromweise entflossen war. In den ältesten Zuständen unseres ungleich erkaltenden Planeten, in den frühesten Faltungen seiner Oberfläche, scheint mir sehr wahrscheinlich ein häufiges zähes Entquellen von trachytischen und doleritischen Gebirgsarten, von Bimsstein-Massen oder obsidianhaltigen Perliten aus einem zusammengesetzten Spalten-Netze, über dem nie ein Gerüste sich erhoben oder aufgebaut hat. Das Problem solcher einfachen Spalten-Ergüsse verdient die Aufmerksamkeit der Geologen.

In der Reihe der mexicanischen Vulkane ist das größte und, seit meiner amerikanischen Reise berufenste Phänomen die Erhebung und der Lava-Erguß des neu erschienenen Jorullo. Dieser Vulkan, dessen auf Messungen gegründete Topographie ich zuerst bekannt gemacht habe*), bietet durch seine Lage zwischen den beiden Vulkanen von Toluca und Colima, und durch seinen Ausbruch auf der großen Spalte vulkanischer Thätigkeit†), welche sich vom atlantischen Meere bis an die Südsee erstreckt, eine wichtige und deshalb um so mehr bestrittene geognostische Erscheinung dar. Dem mächtigen Lavastrom folgend, welchen der neue Vulkan ausgestoßen, ist es mir gelungen, tief in das Innere des Kraters zu gelangen und in demselben Instrumente aufzustellen. Dem Ausbruch in einer weiten, lange friedlichen Ebene der ehemaligen Provinz Michuacan in der Nacht vom 28ten zum 29ten September 1759, über 30 geographische Meilen von jedem anderen Vulkane entfernt, ging seit dem 29. Juni desselben Jahres, also zwei volle Monate lang, ein ununterbrochenes unterirdisches Getöse voraus. Es war dasselbe dadurch schon von den wunderbaren bramidos von Guanaxuato, die ich an einem anderen Orte‡) beschrieben, verschieden, daß es, wie es gewöhnlicher der Fall ist, von Erdstößen begleitet war: welche der silberreichen Bergstadt im Januar 1784 gänzlich fehlten. Der Ausbruch des neuen Vulkans um 3 Uhr Morgens verkündigte sich Tages vorher durch eine Erscheinung, welche bei anderen Eruptionen nicht den Anfang, sondern das Ende zu bezeichnen pflegt. Da, wo gegenwärtig der große Vulkan steht, war ehemals ein dichtes Gebüsch von der, ihrer wohlschmeckenden Früchte wegen bei den Eingeborenen so beliebten Guayava (Psidium pyriferum.) Arbeiter aus den Zuckerrohrfeldern (canaverales der Hacienda de San Pedro Jorullo, welche dem reichen, damals in Mexico wohnenden Don Andres Pimentel gehörte, waren ausgegangen, um Guayava-Früchte zu sammeln. Als sie nach der Meierei (hacienda) zurückkehrten, bemerkte man mit Erstaunen, daß ihre großen Strohhüte mit vulkanischer Asche bedeckt waren. Es hatten sich demnach schon in dem, was man jetzt das Malpais nennt, wahrscheinlich am Fuß der hohen Basaltkuppe el Cuiche, Spalten geöffnet, welche diese Asche (Rapilli) ausstießen, ehe noch in der Ebene sich etwas zu verändern schien. Aus einem in den bischöflichen Archiven von Valladolid aufgefundenen Briefe des Pater Joaquin de Ansogorri, welcher 3 Wochen nach dem Tage des ersten Ausbruchs geschrieben ist, scheint zu erhellen, daß der Pater Isidro Molina, aus dem Jesuiter-Collegium des nahen Patzcuaro, hingesandt, „um den von dem unterirdischen Getöse und den Erdbeben auf's äußerste beunruhigten Bewohnern der Playas de Jorullo geistlichen Trost zu geben", zuerst die zunehmende Gefahr erkannte und dadurch die Rettung der ganzen kleinen Bevölkerung veranlaßte.

In den ersten Stunden der Nacht lag die schwarze Asche schon einen Fuß hoch; alles floh gegen die Anhöhen von Aguasarco zu, einem Indianer-Dörfchen, das 2260 Fuß höher als die alte Ebene von Jorullo liegt. Von diesen Höhen aus sah man (so geht die Tradition) eine [illegible] Strecke Landes in furchtbarem Feuerausbruch, und „mitten zwischen den Flammen [illegible] sie ausdrückten, welche das Berg-Aufsteigen erlebt) erschien, gleich

[illegible] [illegible]que et physique, der die Rel. [illegible] 26 und 29.

†) Kosmos 4. Buch S. 781—782.

‡) Kosmos 1. Buch S. 108, 4. Buch S. 729.

einem schwarzen Castell (castillo negro), ein großer unförmiger Klumpen (bulto grande.)" Bei der geringen Bevölkerung der Gegend (die Indigo- und Baumwollen-Cultur wurde damals nur sehr schwach betrieben) hat selbst die Stärke langdauernder Erdbeben kein Menschenleben gekostet, obgleich durch dieselben, wie ich aus handschriftlichen Nachrichten *) er-

*) In meinem Essai politique sur la Nouvelle-Espagne habe ich in den zwei Auflagen von 1811 und 1827 (in der letzteren T. II. p. 165—175), wie es die Natur jenes Werkes erheischte, nur einen gedrängten Auszug aus meinem Tagebuche gegeben, ohne den topographischen Plan der Umgegend und die Höhenkarte liefern zu können. Bei der Wichtigkeit, welche man auf eine so große Erscheinung aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts gelegt hat, glaubte ich jenen Auszug hier vervollständigen zu müssen. Einzelheiten über den neuen Vulkan von Jorullo verdanke ich einem erst im Jahre 1830 durch einen sehr wissenschaftlich gebildeten mexicanischen Geistlichen, Don Juan José Pastor Morales, aufgefundenen officiellen Document, das drei Wochen nach dem Tage des ersten Ausbruchs verfaßt worden ist; wie auch mündlichen Mittheilungen meines Begleiters, des Biscainers Don Ramon Espelde, der noch lebende Augenzeugen des ersten Ausbruchs hatte vernehmen können. Morales hatte in den Archiven des Bischofs von Michuacan einen Bericht entdeckt, welchen Joaquin de Ansogorri, Priester in dem indischen Dorfe la Guacana, am 19. October 1759 an seinen Bischof richtete. Der Oberbergrath Burkart hat in seiner lehrreichen Schrift (Aufenthalt und Reisen in Mexico, 1836) ebenfalls schon einen kurzen Auszug daraus (Bd. I. S. 230) gegeben. Don Ramon Espelde bewohnte zur Zeit meiner Reise die Ebene von Jorullo und hat das Verdienst zuerst den Gipfel des Vulkans bestiegen zu haben. Er schloß sich einige Jahre nachher der Expedition an, welche der Intendende Corregidor Don Juan Antonio de Riano am 10. März 1789 machte. Zu derselben Expedition gehörte ein wohl unterrichteter, in spanische Dienste als Berg-Commissar getretener Deutscher, Franz Fischer. Durch den Letzten ist der Name des Jorullo zuerst nach Deutschland gekommen, da er desselben in Schriften der Gesellschaft der Bergbaukunde Bd. II. S. 441 in einem Briefe erwähnte. Aber früher schon war in Italien des Ausbruchs des neuen Vulkans gedacht worden: in Clavigero's Storia antica del Messico (Cesena 1780, T. I. p. 42) und in dem poetischen Werke Rusticatio mexicana des Pater Raphael Landivar (ed. altera, Bologna 1782, p. 17). Clavigero setzt in seinem schätzbaren Werke die Entstehung des Vulkans, den er Juruyo schreibt, fälschlich in das Jahr 1760, und erweitert die Beschreibung des Ausbruchs durch Nachrichten über den sich bis Queretaro erstreckenden Aschenregen, welche ihm 1766 Don Juan Manuel de Bustamante, Gouverneur der Provinz Valladolid de Michuacan, als Augenzeuge des Phänomens mitgetheilt hatte. Landivar, der unserer Hebungs-Theorie enthusiastisch, wie Ovidius, zugethane Dichter, läßt in wohlklingenden Hexametern den Coloß bis zur vollen Höhe von 3 milliaria aufsteigen, und findet (nach Art der Alten) die Thermalquellen bei Tage kalt und bei Nacht warm. Ich sah aber um Mittag das hunderttheilige Thermometer im Wasser des Rio de Cuitimba bis 52°½ steigen.

Antonio de Alcedo gab in dem 5ten Theile seines großen und nützlichen Diccionario geográfico histórico de las Indias occidentales ó América, 1789, also in demselben Jahre als des Gouverneurs Riano und Berg-Commissars Franz Fischer Bericht in der Gazeta de Mexico erschien, in dem Artikel Xurullo (p. 374 bis 375), die interessante Notiz: daß, als die Erdbeben in den Playas anfingen (29. Juni 1759), der im Ausbruch begriffene westlichste Vulkan von Colima sich plötzlich beruhigte: ob er gleich "70 leguas" (wie Alcedo sagt; nach meiner Karte nur 28 geogr Meilen) von den Playas entfernt ist. „Man meint", setzt er hinzu, „die Materie sei in den Eingeweiden der Erde dort auf Hindernisse gestoßen, um ihrem alten Laufe zu folgen; und da sie geeignete Höhlungen (in Osten) gefunden habe, sei sie im Jorullo ausgebrochen (para reventar en Xurullo)." Genaue topographische Angaben über die Umgegend des Vulkans finden sich auch in des Juan José Martinez de Lejarza geographischem Abriß des alten Tarasker-Landes: Análisis estadístico de la provincia de Michuacan, en 1822 (Mexico 1824), p. 125, 129, 130 und 131 Das Zeugniß des zu Valladolid in der Nähe des Jorullo wohnenden Verfassers, daß seit meinem Aufenthalte in Mexico keine Spur einer vermehrten vulkanischen Thätigkeit sich an dem Berge gezeigt hat, hat am frühesten das Gerücht von einem neuen Ausbruche im Jahr 1819 (Lyell, Principles of Geology 1855 p. 430) widerlegt Da die Position des Jorullo in der Breite nicht ohne Wichtigkeit ist, so bin ich darauf aufmerksam geworden, daß Lejarza, der sonst immer meinen astronomischen Ortsbestimmungen folgt, auch die Länge des Jorullo ganz wie ich 2° 25' westlich vom Meridian von Mexico (103° 50' westlich von Paris) nach Zeit-Uebertragung angiebt, in der Breite von mir abweicht. Sollte die von ihm dem Jorullo beigelegte Breite von 18° 53' 30", welche der des Vulkans Popocatepetl (18° 59' 47") am nächsten kommt, sich auf neuere, mir unbekannte Beobachtungen gründen? Ich habe in meinem Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II, p. 521 ausdrücklich gesagt: "latitude *supposée* 19° 8': geschlossen aus guten Sternbeobachtungen zu Valladolid, welche 19° 52' 8" geben, und aus der Wegrichtung." Die Wichtigkeit der Breite von Jorullo habe ich erst erkannt, als ich später die große Karte des Landes Mexico in der Hauptstadt zeichnete und die ost-westliche Vulkan-Reihe eintrug.

Da ich in diesen Betrachtungen über den Ursprung des Jorullo mehrfach der Sagen gedacht habe, welche noch heute in der Umgegend herrschen, so will ich am Schluß dieser langen Anmerkung noch einer sehr volksthümlichen Sage Erwähnung thun, welche ich schon in einem andern Werke (Essai pol. sur la Nouv. Espagne T. II. 1827 p. 172) berührt habe: "Selon la crédulité des indigènes, ces changemens extraordinaires que nous venons de décrire, sont l'ouvrage des moines, le plus grand peut être qu'ils aient produit dans les deux hémisphères. Aux *Playas de Jorullo*, dans la chaumière que nous habitions, notre hôte indien nous raconta qu'en 1759 des Capucins en mission prêchèrent à l'habitation de San Pedro; mais que, n'ayant pas trouvé un accueil favorable, ils chargèrent cette plaine, alors si belle et si fertile, des imprécations les plus horribles et les plus compliquées: ils prophétisèrent que d'abord l'habitation serait engloutie par des flammes qui sortiraient de la terre et que plus tard l'air ambiant se refroidirait à tel point que les montagnes voisines resteraient éternellement couvertes de neige et de glace. La première de ces malédictions ayant eu des suites si funestes, le bas peuple indien voit déjà dans le refroidissement progressif du Volcan le présage d'un hiver perpétuel."

Neben dem Dichter, Pater Landivar, ist wohl die erste gedruckte Erwähnung der Catastrophe die schon vorhin genannte in der Gazeta de Mexico de 5 de Mayo 1789 (T. III. Núm. 30 p. 293—297) gewesen; sie führt die bescheidene Ueberschrift: Superficial y nada facultativa Descripcion del estado en que se hallaba el Volcán de *Jorullo* la manana del dia 10 de Marzo de 1789, und wurde veranlaßt durch die Expedition von Riano, Franz Fischer und Espelde. Später (1791)

sehen, bei den Kupfergruben von Inguaran, in dem Städtchen Patzcuaro, in Santiago de Ario, und viele Meilen weiter, doch nicht über S. Pedro Churumuco hinaus, Häuser umgestürzt worden waren. In der Hacienda de Jorullo hatte man bei der allgemeinen nächtlichen Flucht einen taubstummen Negersklaven mitzunehmen vergessen. Ein Mestize hatte die Menschlichkeit umzukehren und ihn, als die Wohnung noch stand, zu retten. Man erzählt gern noch heute, daß man ihn knieend, eine geweihte Kerze in der Hand, vor dem Bilde de Nuestra Señora de Guadalupe gefunden habe.

Nach der weit und übereinstimmend unter den Eingeborenen verbreiteten Tradition soll in den ersten Tagen der Ausbruch von großen Felsmassen, Schlacken, Sand und Asche immer auch mit einem Erguß von schlammigem Wasser verbunden gewesen sein. In dem vorerwähnten denkwürdigen Berichte vom 19ten October 1759, der einen Mann zum Verfasser hat, welcher mit genauer Localkenntniß das eben erst Vorgefallene schildert, heißt es ausdrücklich: que espele el dicho Volcan arena, ceniza y agua. Alle Augenzeugen erzählen (ich übersetze aus der Beschreibung, welche der Intendant, Oberst Riaño, und der deutsche Berg-Commissar Franz Fischer, der in spanische Dienste getreten war, über den Zustand des Vulkans von Jorullo am 10ten März 1789 geliefert haben): „daß, ehe der furchtbare Berg erschien (antes de reventar y aparecerse este terrible Cerro), die Erdstöße und das unterirdische Getöse sich häuften; am Tage des Ausbruchs selbst aber der flache Boden sich sichtbar senkrecht erhob (se observó, que el plan de la tierra se levantaba perpendicularmente), und das Ganze sich mehr oder weniger aufblähte, so daß Blasen (vexigones) erschienen, deren größte heute der Vulkan ist (de los que el mayor es hoy el Cerro del Volcan). Diese aufgetriebenen Blasen, von sehr verschiedenem Umfang und zum Theil ziemlich regelmäßiger conischer Gestalt, platzten später (estas ampollas, gruesas vegigas ó conos diferentemente regulares en sus figuras y tamaños, reventáron despues), und stießen aus ihren Mündungen kochend heißen Erdschlamm (tierras hervidas y calientes) wie verschlackte Steinmassen (piedras cocidas? y fundidas) aus, die man, mit schwarzen Steinmassen bedeckt, noch bis in ungeheure Ferne auffindet."

Die historischen Nachrichten, die man freilich ausführlicher wünschte, stimmen vollkommen mit dem überein, was ich aus dem Munde der Eingeborenen 14 Jahre nach der Besteigung des Antonio de Riano vernahm. Auf die Fragen, ob man „das Berg-Castell" nach Monaten oder Jahren sich allmälig habe erhöhen sehen, oder ob es gleich in den ersten Tagen schon als ein hoher Gipfel erschienen sei? war keine Antwort zu erhalten. Riano's Behauptung, daß Eruptionen noch in den ersten 16 bis 17 Jahren vorgefallen wären, also bis 1776, wurde als unwahr geläugnet. Die Erscheinungen von kleinen Wasser- und Schlamm-Ausbrüchen, die in den ersten Tagen gleichzeitig mit den glühenden Schlacken bemerkt wurden, werden nach der Sage dem Versiegen zweier Bäche zugeschrieben, welche, an dem westlichen Abhange des Gebirges von Santa Ines, also östlich vom Cerro de Cuiche, entspringend, die Zuckerrohr-Felder der ehemaligen Hacienda de San Pedro de Jorullo reichlich bewässerten und weit in Westen nach der Hacienda de la Presentacion fortströmten. Man zeigt noch nahe bei ihrem Ursprunge den Punkt, wo sie in einer Kluft mit ihren einst kalten Wassern bei Erhebung des östlichen Randes des Malpais verschwunden sind. Unter den Hornitos weglaufend, erscheinen sie (das ist die allgemeine Meinung der Landleute) erwärmt als zwei Thermalquellen wieder. Da der gehobene Theil des Malpais dort fast senkrecht abgestürzt ist, so bilden sie die zwei kleinen Wasserfälle, die ich gesehen und in meine Zeichnung aufgenommen habe. Jedem derselben ist der frühere Name, Rio de San Pedro und Rio de Cuitimba, erhalten wor[illegible] [illegible] habe an diesem Punkte die Temperatur der dampfenden Wasser 52°,7 gefunden. [illegible] auf ihrem langen Wege nur erwärmt, aber nicht gesäuert worden. Die

---

[illegible] [...]nischen Expedition von [illegible] und Don Martin Sessé, ebenfalls von der Südsee-Küste aus, den Jorullo besucht.

Reactiv-Papiere, welche ich die Gewohnheit hatte, mit mir zu führen, erlitten keine Veränderung; aber weiter hin, nahe bei der Hacienda de la Presentacion, gegen die Sierra de las Canoas zu, sprudelt eine mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängerte Quelle, die ein Becken von 20 Fuß Breite bildet.

Um sich von der complicirten Reliefform der Bodenfläche einen klaren Begriff zu machen, in welcher so merkwürdige Erhebungen vorgefallen sind, muß man hypsometrisch und morphologisch unterscheiden: 1) die Lage des Vulkan-Systems von Jorullo im Verhältniß zu dem mittleren Niveau der mexicanischen Hochebene; 2) die Convexität des Malpais, das von Tausenden von Hornitos bedeckt ist; 3) die Spalte, auf welcher 6 große vulkanische Bergmassen aufgestiegen sind.

An dem westlichen Abfall der von SSO nach NNW streichenden Cordillera central de Mexico bildet die Ebene der Playas de Jorullo in nur 2400 Fuß Höhe über dem Niveau der Südsee eine von den horizontalen Bergstufen, welche überall in den Cordilleren die Neigungs-Linie des Abfalls unterbrechen und deshalb mehr oder minder die Abnahme der Wärme in den über einander liegenden Luftschichten verlangsamen. Wenn man von dem Central-Plateau von Mexico in 7000 Fuß mittlerer Höhe nach den Weizenfeldern von Valladolid de Michuacan, nach dem anmuthigen See von Patzcuaro mit dem bewohnten Inselchen Janicho und in die Wiesen um Santiago de Ario, die wir (Bonpland und ich) mit den nachmals so berühmt gewordenen Georginen (Dahlia, Cav.) geschmückt fanden, herabsteigt; so ist man noch nicht neunhundert bis tausend Fuß tiefer gelangt. Um aber von Ario am steilen Abhange über Aguasarco in das Niveau der alten Ebene von Jorullo zu treten, vermindert man in dieser so kurzen Strecke die absolute Höhe um 3600 bis 4000 Fuß.*) Der rundliche, convexe Theil der gehobenen Ebene hat ohngefähr 12000 Fuß im Durchmesser, also ein Areal von mehr als ¼ einer geographischen Quadratmeile. Der eigentliche Vulkan von Jorullo und die 5 anderen Berge, die sich mit ihm zugleich und auf Einer Spalte erhoben haben, liegen so, daß nur ein kleiner Theil des Malpais östlich von ihnen fällt. Gegen Westen ist die Zahl der Hornitos daher um vieles größer; und wenn ich am frühen Morgen aus dem Indianer-Häuschen der Playas de Jorullo heraustrat oder einen Theil des Cerro del Mirador bestieg, so sah ich den schwarzen Vulkan sehr malerisch über die Unzahl von weißen Rauchsäulen der „kleinen Oefen" (Hornitos) hervorragen. Sowohl die Häuser der Playas als der basaltische Hügel Mirador liegen auf dem Niveau des alten unvulkanischen oder, vorsichtiger zu reden, nicht gehobenen Bodens. Die schöne Vegetation desselben, auf dem ein Heer von Salvien unter dem Schatten einer neuen Art der Fächerpalme (Corypha pumos) und einer neuen Eller-Art (Alnus Jorullensis) blühen, contrastirt mit dem öden, pflanzenleeren Anblick des Malpais. Die Vergleichung der Barometerstände†) des Punktes, wo die Hebung in den Playas anfängt, mit dem Punkte unmittelbar am Fuß des Vulkans giebt 444 Fuß relativer senkrechter Höhe. Das Haus, das wir bewohnten, stand ohngefähr nur 500 Toisen von dem Rande des Malpais ab. Es fand sich dort ein kleiner senkrechter Absturz von kaum 12 Fuß Höhe, von welchem die heiß gewordenen Wasser des Baches (Rio de San Pedro) herabfallen. Was ich dort am Absturz von dem inneren Bau des Erdreichs untersuchen konnte, zeigte schwarze, horizontale Lettenschichten, mit Sand (Rapilli) gemengt. An anderen Punkten, die ich nicht gesehen, hat Burkart „an der senkrechten Begrenzung des erhobenen Bodens, wo dieser schwer zu ersteigen ist, einen lichtgrauen, wenig

*) Meine Barometer-Messungen geben für Mexico 1168 Toisen, Valladolid 1002', Patzcuaro 1130', Ario 994', Aguasarco 780', für die alte Ebene der Playas de Jorullo 404'; Humboldt, Observ. astron. Vol. I. p. 327 (Nivellement barométrique No. 367—370).

†) Ueber der Oberfläche des Meeres finde ich, wenn die alte Ebene der Playas 404 Toisen ist, für das Maximum der Convexität des Malpais 487', für den Rücken des großen Lavastromes 600', für den höchsten Kraterrand 667'; für den tiefsten Punkt des Kraters, an welchem wir das Barometer aufstellen konnten, 644'. Demnach ergaben sich für die Höhe des Gipfels vom Jorullo über der alten Ebene 263 Toisen oder 1578 F.

oder vielmehr blumenkohlartig aufgeschwollene, hellklingende Lava. Einige Theile haben einen metallischen Glanz, andere sind basaltartig und voll kleiner Olivinkörner. Als wir uns so in 667 Fuß senkrechter Höhe bis zur oberen Fläche des Lavastroms erhoben hatten, wendeten wir uns zum weißen Aschenkegel, an dem wegen seiner großen Steilheit man fürchten mußte, bei dem häufigen und beschleunigten Herabrutschen durch den Stoß an die zackige Lava schmerzhaft verwundet zu werden. Der obere Rand des Kraters, an dessen südwestlichem Theile wir die Instrumente aufstellten, bildet einen Ring von der Breite weniger Fuße. Wir trugen das Barometer von dem Rande in den ovalen Krater des abgestumpften Kegels. An einer offenen Kluft strömt Luft aus von 93°,7 Cent. Temperatur. Wir standen nun 140 Fuß senkrecht unter dem Kraterrande; und der tiefste Punkt des Schlundes, welchen wir des dicken Schwefeldampfes wegen zu erreichen aufgeben mußten, schien auch nur noch einmal so tief zu sein. Der geognostische Fund, welcher uns am meisten interessirte, war die Entdeckung mehrerer in die schwarz-basaltische Lava eingebackener, scharfbegrenzter weißer, feldspathreicher Stücke einer Gebirgsart von 3 bis 4 Zoll Durchmesser. Ich hielt dieselben zuerst *) für Syenit; aber zufolge der genauen Untersuchung eines von mir mitgebrachten Fragments durch Gustav Rose gehören sie wohl eher zu der Granit-Formation, welche der Oberbergrath Burkart auch unter dem Syenit des Rio de las Balsas hat zu Tage kommen sehen. „Der Einschluß ist ein Gemenge von Quarz und Feldspath. Die schwarzgrünen Flecken scheinen, mit etwas Feldspath zusammengeschmolzener Glimmer, nicht Hornblende, zu sein. Das eingebackene weiße Bruchstück ist durch vulkanische Hitze gespalten, und in dem Risse laufen weiße, zahnförmige, geschmolzene Fäden von einem Rande zum anderen."

Nördlicher als der große Vulkan von Jorullo und der schlackige Lavaberg, den er ausgespieen in der Richtung der alten Basalte des Cerro del Mortero, folgen die beiden letzten der oft genannten 6 Eruptionen. Auch diese Hügel waren anfangs sehr wirksam, denn das Volk nennt noch jetzt den äußersten Aschenberg el Volcancito. Eine nach Westen geöffnete weite Spalte trägt hier die Spuren eines zerstörten Kraters. Der große Vulkan scheint, wie der Epomeo auf Ischia, nur einmal einmal einen mächtigen Lavastrom ergossen zu haben. Daß seine lava-ergießende Thätigkeit über die Epoche des ersten Ausbruchs hinaus gedauert habe, ist nicht historisch erwiesen; denn der seltene, glücklich aufgefundene Brief des Pater Joaquin de Ansogorri, kaum zwanzig Tage nach dem ersten Ausbruch geschrieben, handelt fast allein von den Mitteln „Pastoral-Einrichtungen für die bessere Seelsorge der vor der Catastrophe geflohenen und zerstreuten Landleute" zu treffen: für die folgenden 30 Jahre bleiben wir ohne alle Nachricht. Wenn die Sage sehr allgemein von Feuern spricht, die eine so große Fläche bedeckten, so ist allerdings zu vermuthen, daß alle 6 Hügel auf der großen Spalte und ein Theil des Malpais selbst, in welchem die

*) "Nous avons été, Mr. Bonpland et moi, étonnés surtout de trouver enchâssés dans les laves basaltiques, lithoides et scorifiées du Volcan de Jorullo des fragmens anguleux blancs ou blancs-verdâtres de *Syénite*, composés de peu d'amphibole et de beaucoup de feldspath lamelleux. Là où ces masses ont été crevassées par la chaleur, le feldspath est devenu filandreux, de sorte que les bords de la fente sont réunis dans quelques endroits par des fibres alongées de la masse. Dans les Cordillères de l'Amérique du Sud, entre Popayan et Almaguer, au pied du *Cerro Broncoso*, j'ai trouvé de veritables fragmens de *gneis* enchâssés dans un trachyte abondant en pyroxène. Ces phénomènes prouvent que les formations trachytiques sont sorties au-dessous de la croûte granitique du globe. Des phénomènes analogues présentent les trachytes du *Siebengebirge* sur les bords du Rhin et les couches inférieures du Phonolithe (*Porphyrschiefer*) du *Biliner Stein* en Bohême." Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches 1823 p. 133 und 339. Auch Burkart (Aufenthalt und Reisen in Mexico Bd. I. S. 230) erkannte in der schwarzen, olivinreichen Lava des Jorullo umschlossen: „Blöcke eines umgeänderten Syenits. Hornblende ist nur selten deutlich zu erkennen. Die Syenit-Blöcke dürften wohl den unumstößlichen Beweis liefern, daß der Sitz des Feuerheerdes des Vulkans von Jorullo sich in oder unter dem Syenit befinde, welcher wenige Meilen (leguas) südlicher auf dem linken Ufer des der Südsee zufließenden Rio de las Balsas sich in bedeutender Ausdehnung zeigt." Auf Lipari bei Caneto haben Dolomieu und 1832 der vortreffliche Geognost Friedrich Hoffmann sogar in derben Obsidian-Massen eingeschlossene Fragmente von Granit gefunden, der aus blaßrothem Feldspath, schwarzem Glimmer und wenig hellgrauem Quarz gebildet war (Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 24. S. 49.)

oder vielmehr blumenkohlartig aufgeschwollene, hellklingende Lava. Einige Theile haben einen metallischen Glanz, andere sind basaltartig und voll kleiner Olivinkörner. Als wir uns so in 667 Fuß senkrechter Höhe bis zur oberen Fläche des Lavastroms erhoben hatten, wendeten wir uns zum weißen Aschenkegel, an dem wegen seiner großen Steilheit man fürchten mußte, bei dem häufigen und beschleunigten Herabrutschen durch den Stoß an die zackige Lava schmerzhaft verwundet zu werden. Der obere Rand des Kraters, an dessen südwestlichem Theile wir die Instrumente aufstellten, bildet einen Ring von der Breite weniger Fuße. Wir trugen das Barometer von dem Rande in den ovalen Krater des abgestumpften Kegels. An einer offenen Kluft strömt Luft aus von 93°,7 Cent. Temperatur. Wir standen nun 140 Fuß senkrecht unter dem Kraterrande; und der tiefste Punkt des Schlundes, welchen wir des dicken Schwefeldampfes wegen zu erreichen aufgeben mußten, schien auch nur noch einmal so tief zu sein. Der geognostische Fund, welcher uns am meisten interessirte, war die Entdeckung mehrerer in die schwarz-basaltische Lava eingebackener, scharfbegrenzter **weißer**, feldspathreicher Stücke einer Gebirgsart von 3 bis 4 Zoll Durchmesser. Ich hielt dieselben zuerst *) für Syenit; aber zufolge der genauen Untersuchung eines von mir mitgebrachten Fragments durch Gustav Rose gehören sie wohl eher zu der Granit-Formation, welche der Oberbergrath Burkart auch unter dem Syenit des Rio de las Balsas hat zu Tage kommen sehen. „Der Einschluß ist ein Gemenge von Quarz und Feldspath. Die schwarzgrünen Flecken scheinen, mit etwas Feldspath zusammengeschmolzener Glimmer, nicht Hornblende, zu sein. Das eingebackene weiße Bruchstück ist durch vulkanische Hitze gespalten, und in dem Risse laufen weiße, zahnförmige, geschmolzene Fäden von einem Rande zum anderen."

Nördlicher als der große Vulkan von Jorullo und der schlackige Lavaberg, den er ausgespieen in der Richtung der alten Basalte des Cerro del Mortero, folgen die beiden letzten der oft genannten 6 Eruptionen. Auch diese Hügel waren anfangs sehr wirksam, denn das Volk nennt noch jetzt den äußersten Aschenberg el Volcancito. Eine nach Westen geöffnete weite Spalte trägt hier die Spuren eines zerstörten Kraters. Der große Vulkan scheint, wie der Epomeo auf Ischia, nur einmal einmal einen mächtigen Lavastrom ergossen zu haben. Daß seine lava-ergießende Thätigkeit über die Epoche des ersten Ausbruchs hinaus gedauert habe, ist nicht historisch erwiesen; denn der seltene, glücklich aufgefundene Brief des Pater Joaquin de Ansogorri, kaum zwanzig Tage nach dem ersten Ausbruch geschrieben, handelt fast allein von den Mitteln „Pastoral-Einrichtungen für die bessere Seelsorge der vor der Catastrophe geflohenen und zerstreuten Landleute" zu treffen: für die folgenden 30 Jahre bleiben wir ohne alle Nachricht. Wenn die Sage sehr allgemein von Feuern spricht, die eine so große Fläche bedeckten, so ist allerdings zu vermuthen, daß alle 6 Hügel auf der großen Spalte und ein Theil des **Malpais** selbst, in welchem die

---

*) "Nous avons été, Mr. Bonpland et moi, étonnés surtout de trouver enchâssés dans les laves basaltiques, lithoides et scorifiées du Volcan de Jorullo des fragmens anguleux blancs ou blancs-verdâtres de *Syénite*, composés de peu d'amphibole et de beaucoup de feldspath lamelleux. Là où ces masses ont été crevassées par la chaleur, le feldspath est devenu filandreux, de sorte que les bords de la fente sont réunis dans quelques endroits par des fibres alongées de la masse. Dans les Cordillères de l'Amérique du Sud, entre Popayan et Almaguer, au pied du *Cerro Broncoso*, j'ai trouvé de veritables fragmens de *gneis* enchâssés dans un trachyte abondant en pyroxène. Ces phénomènes prouvent que les formations trachytiques sont sorties au-dessous de la croûte granitique du globe. Des phénomènes analogues présentent les trachytes du *Siebengebirge* sur les bords du Rhin et les couches inférieures du Phonolithe (*Porphyrschiefer*) du *Biliner Stein* en Bohême." **Humboldt**, Essai géognostique sur le Gisement des Roches 1823 p. 133 und 339. Auch **Burkart** (Aufenthalt und Reisen in Mexico Bd. I. S. 230) erkannte in der schwarzen, olivinreichen Lava des Jorullo umschlossen: „Blöcke eines umgeänderten Syenits. Hornblende ist nur selten deutlich zu erkennen. Die Syenit-Blöcke dürften wohl den unumstößlichen Beweis liefern, daß der Sitz des Feuerheerdes des Vulkans von Jorullo sich in oder unter dem Syenit befinde, welcher wenige Meilen (leguas) südlicher auf dem linken Ufer des der Südsee zufließenden Rio de las Balsas sich in bedeutender Ausdehnung zeigt." Auf Lipari bei Caneto haben Dolomieu und 1832 der vortreffliche Geognost Friedrich Hoffmann sogar in derben **Obsidian-Massen** eingeschlossene Fragmente von Granit gefunden, der aus blaßrothem Feldspath, schwarzem Glimmer und wenig hellgrauem Quarz gebildet war (**Poggendorff's** Annalen der Physik Bd. 26. S. 49.)

oder vielmehr blumenkohlartig aufgeschwollene, hellklingende Lava. Einige Theile haben einen metallischen Glanz, andere sind basaltartig und voll kleiner Olivinkörner. Als wir uns so in 667 Fuß senkrechter Höhe bis zur oberen Fläche des Lavastroms erhoben hatten, wendeten wir uns zum weißen Aschenkegel, an dem wegen seiner großen Steilheit man fürchten mußte, bei dem häufigen und beschleunigten Herabrutschen durch den Stoß an die zackige Lava schmerzhaft verwundet zu werden. Der obere Rand des Kraters, an dessen südwestlichem Theile wir die Instrumente aufstellten, bildet einen Ring von der Breite weniger Fuße. Wir trugen das Barometer von dem Rande in den ovalen Krater des abgestumpften Kegels. An einer offenen Kluft strömt Luft aus von 93°,7 Cent. Temperatur. Wir standen nun 140 Fuß senkrecht unter dem Kraterrande; und der tiefste Punkt des Schlundes, welchen wir des dicken Schwefeldampfes wegen zu erreichen aufgeben mußten, schien auch nur noch einmal so tief zu sein. Der geognostische Fund, welcher uns am meisten interessirte, war die Entdeckung mehrerer in die schwarz-basaltische Lava eingebackener, scharfbegrenzter weißer, feldspathreicher Stücke einer Gebirgsart von 3 bis 4 Zoll Durchmesser. Ich hielt dieselben zuerst*) für Syenit; aber zufolge der genauen Untersuchung eines von mir mitgebrachten Fragments durch Gustav Rose gehören sie wohl eher zu der Granit-Formation, welche der Oberbergrath Burkart auch unter dem Syenit des Rio de las Balsas hat zu Tage kommen sehen. „Der Einschluß ist ein Gemenge von Quarz und Feldspath. Die schwarzgrünen Flecken scheinen, mit etwas Feldspath zusammengeschmolzener Glimmer, nicht Hornblende, zu sein. Das eingebackene weiße Bruchstück ist durch vulkanische Hitze gespalten, und in dem Risse laufen weiße, zahnförmige, geschmolzene Fäden von einem Rande zum anderen."

Nördlicher als der große Vulkan von Jorullo und der schlackige Lavaberg, den er ausgespieen in der Richtung der alten Basalte des Cerro del Mortero, folgen die beiden letzten der oft genannten 6 Eruptionen. Auch diese Hügel waren anfangs sehr wirksam, denn das Volk nennt noch jetzt den äußersten Aschenberg el Volcancito. Eine nach Westen geöffnete weite Spalte trägt hier die Spuren eines zerstörten Kraters. Der große Vulkan scheint, wie der Epomeo auf Ischia, nur einmal einmal einen mächtigen Lavastrom ergossen zu haben. Daß seine lava-ergießende Thätigkeit über die Epoche des ersten Ausbruchs hinaus gedauert habe, ist nicht historisch erwiesen; denn der seltene, glücklich aufgefundene Brief des Pater Joaquin de Ansogorri, kaum zwanzig Tage nach dem ersten Ausbruch geschrieben, handelt fast allein von den Mitteln „Pastoral-Einrichtungen für die bessere Seelsorge der vor der Catastrophe geflohenen und zerstreuten Landleute" zu treffen: für die folgenden 30 Jahre bleiben wir ohne alle Nachricht. Wenn die Sage sehr allgemein von Feuern spricht, die eine so große Fläche bedeckten, so ist allerdings zu vermuthen, daß alle 6 Hügel auf der großen Spalte und ein Theil des Malpais selbst, in welchem die

*) "Nous avons été, Mr. Bonpland et moi, étonnés surtout de trouver enchâssés dans les laves basaltiques, lithoides et scorifiées du Volcan de Jorullo des fragmens anguleux blancs ou blancs-verdâtres de *Syénite*, composés de peu d'amphibole et de beaucoup de feldspath lamelleux. Là où ces masses ont été crevassées par la chaleur, le feldspath est devenu filandreux, de sorte que les bords de la fente sont réunis dans quelques endroits par des fibres alongées de la masse. Dans les Cordillères de l'Amérique du Sud, entre Popayan et Almaguer, au pied du *Cerro Broncoso*, j'ai trouvé de veritables fragmens de *gneis* enchâssés dans un trachyte abondant en pyroxène. Ces phénomènes prouvent que les formations trachytiques sont sorties au-dessous de la croûte granitique du globe. Des phénomènes analogues présentent les trachytes du *Siebengebirge* sur les bords du Rhin et les couches inférieures du Phonolithe (*Porphyrschiefer*) du *Biliner Stein* en Bohême." Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches 1823 p. 133 und 339. Auch Burkart (Aufenthalt und Reisen in Mexico Bd. I. S. 230) erkannte in der schwarzen, olivinreichen Lava des Jorullo umschlossen: „Blöcke eines umgeänderten Syenits. Hornblende ist nur selten deutlich zu erkennen. Die Syenit-Blöcke dürften wohl den unumstößlichen Beweis liefern, daß der Sitz des Feuerheerdes des Vulkans von Jorullo sich in oder unter dem Syenit befinde, welcher wenige Meilen (leguas) südlicher auf dem linken Ufer des der Südsee zufließenden Rio de las Balsas sich in bedeutender Ausdehnung zeigt." Auf Lipari bei Caneto haben Dolomieu und 1832 der vortreffliche Geognost Friedrich Hoffmann sogar in derben Obsidian-Massen eingeschlossene Fragmente von Granit gefunden, der aus blaßrothem Feldspath, schwarzem Glimmer und wenig hellgrauem Quarz gebildet war (Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 24. S. 49.)

subito nascentis figuram imitari. Iste terrae cumulus aperto veluti ore magnos ignes evomuit, pumicesque et lapides, cineresque." *)

Von der hier vervollständigten geognostischen Beschreibung des Vulkans von Jorullo gehen wir zu den östlicheren Theilen von Mittel-Mexico (Anahuac) über. Nicht zu verkennende Lavaströme, von meist basaltartiger Grundmasse, hat der Pic von Orizaba nach den neuesten, interessanten Forschungen von Pieschel (März 1854) †) und H. de Saussure ergossen. Die Gebirgsart des Pic von Orizaba, wie die des von mir erstiegenen großen Vulkans von Toluca, ‡) ist aus Hornblende, Oligoklas und etwas Obsidian zusammengesetzt: während die Grundmasse des Popocatepetl ein Chimborazo-Gestein ist, zusammengesetzt aus sehr kleinen Krystallen von Oligoklas und Augit. An dem Fuß des östlichen Abhanges des Popocatepetl, westlich von der Stadt la Puebla de los Angeles, habe ich in dem Llano de Tetimpa, wo ich die Base zu den Höhen-Bestimmungen der beiden großen, das Thal von Mexico begrenzenden Nevados (Popocatepetl und Iztaccihuatl) gemessen, siebentausend Fuß über dem Meere ein weites und räthselhaftes Lavafeld aufgefunden. Es heißt das Malpais (rauhe Trümmerfeld) von Atlachayacatl, einer niedrigen Trachytkruppe, an deren Abhange der Rio Atlaco entspringt; und erstreckt sich, 60 bis 80 Fuß über die angrenzende Ebene prallig erhoben, von Osten nach Westen, also rechtwinklig den Vulkanen zulaufend. Von dem indianischen Dorfe San Nicolas de los Ranchos bis nach San Buenaventura schätzte ich die Länge des Malpais über 18000, seine Breite 6000 Fuß. Es sind schwarze, theilweise aufgerichtete Lavaschollen von grausig wildem Ansehen, nur sparsam hier und da mit Lichenen überzogen: contrastirend mit der gelblich weißen Bimsstein-Decke, die weit umher alles überzieht. Letztere besteht hier aus grobfasrigen Fragmenten von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, in denen bisweilen Hornblende-Krystalle liegen. Dieser gröbere Bimsstein-Sand ist von dem sehr feinkörnigen verschieden, welcher an dem Vulkan Popocatepetl, nahe am Fels el Frayle und an der ewigen Schneegrenze, das Bergbesteigen so gefährlich macht, weil, wenn er an steilen Abhängen sich in Bewegung setzt, die herabrollende Sandmasse alles überschüttend zu vergraben droht. Ob dieses Lava-Trümmerfeld (im Spanischen Mailpais, in Sicilien Scierra viva, in Island Odaada-Hraun) alten, über einander gelagerten Seiten-Ausbrüchen des Popocatepetl angehört oder dem etwas abgerundeten Kegelberg Tetlijolo (Cerro del Corazon de Piedra), kann ich nicht entscheiden. Geognostisch merkwürdig ist noch, daß östlicher, auf dem Wege nach der kleinen Festung Perote, dem alt-aztekischen Pinahuizapan, sich zwischen Ojo de Agua, Venta de Soto und el Portachuelo die vulkanische Formation von grobfasrigem, weißem, zerbröckelndem Perlstein ||) neben einem, wahrscheinlich tertiären Kalkstein (Marmol de la Puebla) erhebt. Dieser Perlstein ist dem der conischen Hügel von Zinapecuaro (zwischen Mexico und Valladolid) sehr ähnlich; und enthält, außer Glimmer-Blättchen und Knollen von eingewachsenem Obsidian, auch eine glasige, bläulich-graue, zuweilen rothe, jaspis-artige Streifung. Das weite Perlstein-Gebiet ist hier mit feinkörnigem Sande verwitterten Perlsteins bedeckt, welchen man auf den ersten Anblick für Granitsand halten könnte und welcher, trotz seiner Entstehungs-Verwandtschaft, doch von dem eigentlichen, graulich weißen Bimsstein-Sande leicht zu unterscheiden ist. Letzterer ge-

*) Porzio, Opera omnia, med., phil. et mathem. in unum collecta 1736: nach Dufrénoy, Mémoires pour servir à une description géologique de la France T. IV. p. 274. Sehr vollständig und mit lobenswerther Unpartheilichkeit sind alle genetischen Fragen behandelt in der 9ten Auflage von Sir Charles Lyell's Principles of Geology 1853 p. 369. Schon Bouguer (Figure de la Terre 1749 p. LXVI) war der Idee der Erhebung des Vulkans von Pichincha nicht abgeneigt: "il n'est pas impossible que le rocher, qui est brûlé et noir, ait été soulevé par l'action du feu souterrain"; vergl. auch p. XCI.

†) Zeitschrift für Allgemeine Erdkunde Bd. IV. S. 398.

‡) Zu der sicheren Bestimmung der Mineralien, aus welchen die mexicanischen Vulkane zusammengesetzt sind, haben ältere und neuere Sammlungen von mir und Pieschel verglichen werden können.

||) Der schöne Marmor von la Puebla kommt aus den Brüchen von Tecali, Totomehuacan und Portachuelo: südlich von dem hohen Trachyt-Gebirge el Pizarro. Auch nahe bei der Treppen-Pyramide von Cholula, an dem Wege nach la Puebla, habe ich Kalkstein zu Tage kommen sehen.

hört mehr der näheren Umgegend von Perote an, dem siebentausend Fuß hohen Plateau zwischen den zwei vulkanischen, Nord-Süd streichenden Ketten des Popocatepetl und des Orizaba.

Wenn man auf dem Wege von Mexico nach Veracruz von den Höhen des quarzlosen, trachytartigen Porphyrs der Vigas gegen Canoas und Jalapa anfängt herabzusteigen, überschreitet man wieder zweimal Trümmerfelder von schlackiger Lava: das erste Mal zwischen der Station Parage de Carros und Canoas oder Tochtlacuaya, das zweite Mal zwischen Canoas und der Station Casas de la Hoya. Der erste Punkt wird wegen der vielen aufgerichteten, balsaltischen, olivinreichen Lavaschollen Loma de Tablas; der zweite schlechthin el Malpais genannt. Ein kleiner Rücken desselben trachytartigen Porphyrs, voll glasigen Feldspaths, welcher bei la Cruz blanca und Rio frio (am westlichen Abfall der Höhe von las Vigas) dem Arenal (den Perlstein-Sandfeldern) gegen Osten eine Grenze setzt, trennt die eben genannten beiden Zweige des Trümmerfeldes, die Loma de Tablas und das, um vieles breitere Malpais. Die der Gegend Kundigen unter dem Landvolke behaupten, daß der Schlacken-Streifen sich gegen Süd-Süd-West, also gegen den Cofre de Perote hin, verlängere. Da ich den Cofre selbst bestiegen und viele Messungen an ihm vorgenommen *) habe, so bin ich wenig geneigt gewesen, aus einer, allerdings sehr wahrscheinlichen Verlängerung des Lavastromes (als ein solcher ist er in

*) Der Cofre de Perote steht, in Südost des Fuerte oder Castillo de Perote, nahe dem östlichen Abfall der großen Hochebene von Mexico, fast isolirt da; seiner großen Masse nach ist er aber doch einem wichtigen Höhenzug angehörig, welcher sich, den Rand des Abfalls bildend, schon von Cruz blanca und Rio frio gegen las Vigas (lat. 19° 37′ 37″), über den Coffer von Perote (lat. 19° 28′ 57″, long. 99° 28′ 39″), westlich von Xicochimalco und Achilchotla, nach dem Pic von Orizaba (lat. 19° 2′ 17″, long 99° 35′ 15″) in der Richtung von Norden nach Süden erstreckt: parallel der Kette (Popocatepetl—Iztaccihuatl), welche das Kesselthal der mexicanischen Seen von der Ebene von la Puebla trennt. (Für die Fundamente dieser Bestimmungen s. mein Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 529—532 und 547, sowie Analyse de l'Atlas du Mexique oder Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. p. 55—60.) Da der Cofre sich in einem viele Meilen breiten Bimsstein-Felde schroff erhoben hat, so hat es mir bei der winterlichen Besteigung (das Thermometer sank auf dem Gipfel, den 7. Febr. 1804, bis 2° unter den Gefrierpunkt) überaus interessant geschienen, daß die Bimsstein-Bedeckung, deren Dicke und Höhe ich an mehreren Punkten barometrisch beim Hinauf- und Herabsteigen maß, sich über 732 Fuß erhebt. Die untere Grenze des Bimssteins in der Ebene zwischen Perote und Rio Frio ist 1187 Toisen über dem Meeresspiegel, die obere Grenze am nördlichen Abhange des Cofre 1309 Toisen; von da an durch den Pinahuast, das Alto de los Caxones (1954t), wo ich die Breite durch Culmination der Sonne bestimmen konnte, bis zum Gipfel selbst war keine Spur von Bimsstein zu sehen. Bei Erhebung des Berges ist ein Theil der Bimsstein-Decke des großen Arenal, das vielleicht durch Wasser schichtweise geebnet worden ist, mit emporgerissen worden. Ich habe an Ort und Stelle in mein Journal (Febr. 1804) eine Zeichnung dieses Bimsstein-Gürtels eingetragen. Es ist dieselbe wichtige Erscheinung, welche im Jahr 1834 am Vesuv von Leopold von Buch beschrieben wurde; wo söhlige Bimssteintuff-Schichten durch das Aufsteigen des Vulkans, freilich zu größerer Höhe, achtzehn- bis neunzehnhundert Fuß gegen die Einsiedelei des Salvatore hin gelangten (Poggendorff's Annalen Bd. 37. S. 175—179). Die Oberfläche des dioritartigen Trachyt-Gesteins am Cofre war da, wo ich den höchsten Bimsstein fand, nicht durch Schnee der Beobachtung entzogen. Die Grenze des ewigen Schnees liegt in Mexiko unter der Breite von 19° und 19°¼ erst in der mittleren Höhe von 2310t; und der Gipfel des Cofre erreicht bis zum Fuß des kleinen haus-artigen Würfelfelsens, wo ich die Instrumente aufstellte, 2098t oder 12588 Fuß über dem Meere. Nach Höhenwinkeln ist der Würfelfels 21t oder 126 Fuß hoch; also ist die Total Höhe, zu der man wegen der senkrechten Felswand nicht gelangen kann, 12714 Fuß über dem Meere. Ich fand nur einzelne Flecke sporadisch gefallenen Schnees, deren untere Grenze 11400 Fuß war: ohngefähr sieben- bis achthundert Fuß früher als die obere Waldgrenze in schönen Tannenbäumen: Pinus occidentalis, gemengt mit Cupressus sabinoides und Arbutus Madrona. Die Eiche, Quercus xalapensis, hatte uns nur bis 9700 Fuß absoluter Höhe begleitet. (Humboldt, Nivellement barométr. des Cordillères No. 414 bis 429.) Der Name Nauhcampatepetl, welchen der Berg in der mexicanischen Sprache führt, ist von seiner eigenthümlichen Gestalt hergenommen, die auch die Spanier veranlaßte ihm den Namen Cofre zu geben. Er bedeutet: viereckiger Berg; denn nauhcampa, von dem Zahlwort nahui 4 gebildet, heißt zwar als Adv. von vier Seiten, aber als Adj. (obgleich die Wörterbücher dies nicht angeben) wohl ohne Zweifel viereckig oder vierseitig, wie diese Bedeutung der Verbindung nauhcampa ixquich beigelegt wird. Ein des Landes sehr kundiger Beobachter, Hr. Pieschel, vermuthet das Dasein einer alten Krater-Oeffnung am östlichen Abhange des Coffers von Perote (Zeitschr. für Allg. Erdkunde, herausg. von Gumprecht, Bd. V. S. 125). Die Ansicht des Cofre, welche ich in meinen Vues des Cordillères auf Pl XXXIV gegeben, habe ich in der Nähe des Castells San Carlos de Perote, in einer Entfernung von ohngefähr 2 Meilen, entworfen. Der alt-aztekische Name von Perote war Pinahuizapan und bedeutet (nach Buschmann): an dem Wasser der (für ein böses Wahrzeichen gehaltenen und zu abergläubischer Zeichendeutung gebrauchten) Käferart pinahuiztli (vergl. Sahagun, historia gen. de las cosas de Nueva Espana T. II. 1829 p. 10—11): ein Name, welcher von pinahua, sich schämen, abgeleitet wird. Von demselben Verbum stammt der obige Ortsname Pinahuast (pinahuaztli) aus dieser Gegend; so wie der Name einer Staude (Mimosacee?) pinahuihuiztli, von Hernandez herba verecunda übersetzt, deren Blätter bei der Berührung herabfallen.

bis in die Nähe der höchsten Gipfel und an die Umwallung eines Erhebungs-Kraters leiten, bieten analoge Erscheinungen dar; aber wenn dieselben auch zu Zeiten die sich sammelnden Meteorwasser fortführen, so ist diesen doch wohl nicht die primitive Entstehung der barrancos*) an dem Abfall der Vulkane zuzuschreiben. Spaltungen als Folge der Faltung in der weich gehobenen und sich erst später erhärtenden trachytischen Masse sind wahrscheinlich allen Erosions-Wirkungen und dem Stoß der Wasser vorhergegangen. Wo aber tiefe barrancos in den von mir besuchten vulkanischen Gegenden sich an dem Abfall oder Gehänge von Glocken- oder Kegelbergen (*en las faldas* de los Cerros barrancosos) zeigten, war keine Spur von der Regelmäßigkeit oder strahlenförmigen Verzweigung zu entdecken, welche wir nach Junghuhn's Werken in den sonderbaren Reliefformen der Vulkane von Java kennen lernen.†) Die meiste Analogie mit der hier behandelten Reliefform gewährt das Phänomen, auf welches Leopold von Buch und der scharfsinnige Beobachter der Vulkane, Poulet Scrope, schon aufmerksam gemacht haben: das Phänomen, daß große Spalten sich fast immer nach der Normal-Richtung der Abhänge, strahlenförmig, doch unverzweigt, vom Centrum des Berges aus, nicht queer auf denselben, in rechtem oder schiefem Winkel eröffnen.

Der Glaube an die völlige Abwesenheit von Lavaströmen auf der Insel Java‡), zu dem Leopold von Buch nach Erfahrungen des verdienstvollen Reinwardt sich hinzuneigen schien, ist durch die neueren Beobachtungen mehr als erschüttert worden. Junghuhn bemerkt allerdings, „daß der mächtige Vulkan Gunung Merapi in der geschichtlichen Periode seiner Ausbrüche nicht mehr zusammenhangende, compacte Lavaströme gebildet, und daß er nur Lava-Fragmente (Trümmer) oder unzusammenhangende Steinblöcke ausgeworfen habe, wenn man auch im Jahre 1837 neun Monate lang an dem Abhange des Auswurfs-Kegels nächtlich feurige Streifen herabziehen sah.“ ||) Aber derselbe so

*) Barranco und barranca, beide gleichbedeutend und beide genugsam im spanischen Amerika gebraucht, bezeichnen allerdings eigentlich eine Wasserfurche, einen Wasserriß: la quiebra que hacen en la tierra las corrientes de las aguas; — "una torrente que hace barrancas"; weiter bezeichnen sie auch jegliche Schlucht. Daß aber das Wort barranca mit barro, Thon, weicher, feuchter Letten, auch Wegkoth, zusammenhange: ist zu bezweifeln.

†) Lyell, Manual of elementary Geology 1855 chapt. XXIX p. 497. Die auffallendste Analogie mit dem Phänomen regelmäßiger Geripptheit auf Java bietet die Oberfläche des Somma-Mantels am Vesuv dar, über dessen 70 Faltungen ein scharfsinniger und genau messender Beobachter, der Astronom Julius Schmidt, viel Licht verbreitet hat (die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 101—109). Diese Thalfurchen sind nach Leop. von Buch ihrem primitiven Ursprunge nach nicht Regenrisse (fiumare), sondern Folgen der Zersprengtheit (Faltung, étoilement) bei erster Erhebung der Vulkane. Auch die meist radiale Stellung der Seiten-Ausbrüche gegen die Achse der Vulkane scheint damit zusammenzuhängen.

‡) "L'obsidienne et par conséquent les pierres-ponces sont aussi rares à Java que le trachyte lui-même. Un autre fait très curieux c'est l'absence de toute coulée de lave dans cette île volcanique. Mr. Reinwardt, qui lui-même a observé un grand nombre d'éruptions, dit expressément qu'on n'a jamais eu d'exemples que l'éruption la plus violente et la plus dévastatrice ait été accompagnée de laves." Léop. de Buch, Description des Iles Canaries p. 419. In den vulkanischen Gebirgsarten von Java, welche das Mineralien-Cabinet zu Berlin dem Dr. Junghuhn verdankt, sind Diorit-Trachyte, aus Oligoklas und Hornblende zusammengesetzt, deutlichst zu erkennen zu Burungagung S. 255 des Leidner Catalogs, zu Tjinas S. 232 und im Gunung Parang, der im District Batu-gangi liegt. Das ist also identisch die Formation von dioritischem Trachyte der Vulkane Orizaba und Toluca von Mexico, der Insel Panaria in den Liparen und Aegina im ägäischen Meer!

||) Junghuhn Bd. II. S. 309 und 314 Die feurigen Streifen, welche man am Vulkan G. Merapi sah, waren gebildet durch nahe zusammengedrängte Schlackenströme (traînées de fragmens), durch unzusammenhangende Massen, die beim Ausbruch nach derselben Seite hin herabrollen und bei sehr verschiedenem Gewicht am jähen Abfall auf einander stoßen. Bei dem Ausbruch des G. Lamongan am 26. März 1847 hat sich, einige hundert Fuß unterhalb des Ortes ihres Ursprungs, eine solche bewegte Schlackenreihe in zwei Arme getheilt. „Der feurige Streifen“, heißt es ausdrücklich (Bd. II, S. 767), „bestand nicht aus wirklich geschmolzener Lava, sondern aus dicht hinter einander rollenden Lava-Trümmern.“ Der G. Lamongan und der G. Semeru sind gerade die beiden Vulkane der Insel Java, welche durch ihre Thätigkeit in langen Perioden dem kaum 2800 Fuß hohen Stromboli am ähnlichsten gefunden werden, da sie, wenn gleich in Höhe so auffallend verschieden (der Lamongan 5010 und der Semeru 11480 F. hoch), der erstere nach Pausen von 15 bis 20 Minuten (Eruption vom Juli 1838 und März 1847), der andere von 1½ bis 3 Stunden (Eruption vom August 1836 und September 1844), Schlacken-Auswürfe zeigten (Bd. II. S. 554 und 765 bis 769). Auf Stromboli selbst kommen neben vielen Schlacken-Auswürfen auch kleine, aber seltene Lava-Ergießungen vor, welche, durch Hindernisse aufgehalten, bisweilen am Abhange des Kegels erstarren. Ich lege eine große Wichtigkeit auf die verschiedenen Formen der Continuität oder Sonderung, unter denen ganz oder halb geschmolzene Materien ausgestoßen oder ergossen werden, sei es aus denselben oder aus verschiedenen Vulkanen. Analoge Forschungen, unter verschiedenen Zonen und nach leitenden Ideen unter-

aufmerksame Reisende hat umständlichst und deutlich drei basaltartige schwarze Lavaströme an drei Vulkanen: Gunung Tengger, G. Idjen und Slamat*), beschrieben. An dem letzteren verlängert sich der Lavastrom, nachdem er Veranlassung zu einem Wasserfall gegeben, bis in das Tertiär-Gebirge.†) Junghuhn unterscheidet von solchen wahren Lava-Ergüssen, die zusammenhangende Massen bilden, sehr genau bei dem Ausbruch des G. Lamongan‡) vom 6ten Juli 1838, was er einen Steinstrom nennt: aus gereiht ausgestoßenen, großentheils eckigen, glühenden Trümmern bestehend. „Man hörte das Gekrach der aufschlagenden Steine, die, feurigen Punkten gleich, in einer Linie oder ordnungslos herabrollten." Ich hefte sehr absichtlich die Aufmerksamkeit auf die sehr verschiedene Art, in der feurige Massen an dem Abhange eines Vulkans erscheinen, weil in dem Streite über das Maximum des Fallwinkels der Lavaströme bisweilen glühende Steinströme (Schlackenmassen), in Reihen sich folgend, mit continuirlichen Lavaströmen verwechselt werden.

Da gerade in neuester Zeit das wichtige, die innere Constitution der Vulkane betreffende und, ich darf hinzusetzen, nicht ernst genug behandelte Problem der Seltenheit oder des völligen Mangels von Lavaströmen in Beziehung auf Java so oft zur Sprache gekommen ist; so scheint es hier der Ort dasselbe unter einen allgemeineren Gesichtspunkt zu stellen. Wenn auch sehr wahrscheinlich in einer Vulkan-Gruppe oder Vulkan-Reihe alle Glieder in gewissen gemeinsamen Verhältnissen zu dem allgemeinen Heerde, dem geschmolzenen Erd-Inneren, stehen; so bietet doch jedes Individuum eigenthümliche physikalische und chemische Processe dar in Hinsicht auf Stärke und Frequenz der Thätigkeit, auf Grad und Form der Fluidität und auf Stoff-Verschiedenheit der Producte: Eigenthümlichkeiten, welche man nicht durch Vergleichung der Gestaltung und der Höhe über der jetzigen Meeresfläche erklären kann. Der Bergcoloß Sangay ist eben so ununterbrochen in Eruption als der niedrige Stromboli; von zwei einander nahen Vulkanen wirft der eine nur Bimssteine oder Obsidian, der andere beide zugleich aus; der eine giebt nur lose Schlacken, der andere in schmalen Strömen fließende Lava. Diese charakterisirenden Processe scheinen dazu bei vielen in verschiedenen Epochen ihrer Thätigkeit nicht immer dieselben gewesen zu sein. Keinem der beiden Continente ist vorzugsweise Seltenheit oder gar Abwesenheit von Lavaströmen zuzuschreiben. Auffallende Unterschiede treten nur in solchen Gruppen hervor, für welche man sich auf uns nahe liegende, bestimmte historische Perioden beschränken muß. Das Nicht-Erkennen von einzelnen Lavaströmen hängt von vielerlei Verhältnissen gleichzeitig ab. Zu diesen gehören: die Bedeckung mächtiger Tuff-, Rapilli- und Bimsstein-Schichten; die gleich- oder ungleichzeitige Confluenz mehrerer Ströme,

nommen, sind sehr zu wünschen bei der Armuth und großen Einseitigkeit der Ansichten, zu welcher die vier thätigen europäischen Vulkane führen. Die von mir 1802, von meinem Freunde Boussingault 1831 aufgeworfene Frage: ob in den Cordilleren von Quito der Antisana Lavaströme gegeben habe? die wir weiter unten berühren, findet vielleicht in den Ideen der Sonderung des Flüssigen ihre Lösung. Der wesentliche Charakter eines Lavastromes ist der einer gleichmäßigen, zusammenhangenden Flüssigkeit, eines bandartigen Stromes, aus welchem beim Erkalten und Verhärten sich an der Oberfläche Schalen ablösen. Diese Schalen, unter denen die, fast homogene Lava lange fortfließt, richten sich theilweise durch Ungleichheit der inneren Bewegung und Entwickelung heißer Gas-Arten schief oder senkrecht auf; und wenn so mehrere Lavaströme zusammenfließend einen Lavasee, wie in Island, bilden, so entsteht nach der Erkaltung ein Trümmerfeld. Die Spanier, besonders in Mexico, nennen eine solche, zum Durchstreifen sehr unbequeme Gegend ein malpais. Es erinnern solche Lavafelder, die man oft in der Ebene am Fuß eines Vulkans findet, an die gefrorene Oberfläche eines Sees mit aufgethürmten kurzen Eisschollen.

*) Den Namen G. Idjen kann man nach Buschmann durch das javanische Wort hidjĕn: einzeln, allein, besonders, deuten: eine Ableitung von dem Subst. hidji oder widji, Korn, Saamenkorn, welches mit sa das Zahlwort eins ausdrückt. Ueber die Etymologie von G. Tengger siehe die inhaltreiche Schrift meines Bruders über die Verbindungen zwischen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 188), wo auf die historische Wichtigkeit des Tengger-Gebirges hingewiesen wird, das von einem kleinen Volksstamme bewohnt wird, welcher, feindlich gegen den jetzt allgemeinen Mohammedanismus auf der Insel, seinen alten indisch-javanischen Glauben bewahrt hat. Junghuhn, der sehr fleißig Bergnamen aus der Kawi-Sprache erklärt, sagt (Th. II. S. 554), tenggor bedeute im Kawi Hügel; eine solche Deutung erfährt das Wort auch in Gericke's javanischem Wörterbuch (Javaansch-nederduitsch Woordenboek, Amst. 1847). Slamat, der Name des hohen Vulkans von Tegal, ist das bekannte arabische Wort selamat, welches Wohlfahrt, Glück und Heil bedeutet.

†) Junghuhn Bd. II.: Slamat S. 153 u. 163, Idjen S. 698, Tengger S. 773.

‡) Bd. II. S. 760—762.

sehen, bei den Kupfergruben von Inguaran, in dem Städtchen Patzcuaro, in Santiago de Ario, und viele Meilen weiter, doch nicht über S. Pedro Churumuco hinaus, Häuser umgestürzt worden waren. In der Hacienda de Jorullo hatte man bei der allgemeinen nächtlichen Flucht einen taubstummen Negersklaven mitzunehmen vergessen. Ein Mestize hatte die Menschlichkeit umzukehren und ihn, als die Wohnung noch stand, zu retten. Man erzählt gern noch heute, daß man ihn knieend, eine geweihte Kerze in der Hand, vor dem Bilde de Nuestra Señora de Guadalupe gefunden habe.

Nach der weit und übereinstimmend unter den Eingeborenen verbreiteten Tradition soll in den ersten Tagen der Ausbruch von großen Felsmassen, Schlacken, Sand und Asche immer auch mit einem Erguß von schlammigem Wasser verbunden gewesen sein. In dem vorerwähnten denkwürdigen Berichte vom 19ten October 1759, der einen Mann zum Verfasser hat, welcher mit genauer Localkenntniß das eben erst Vorgefallene schildert, heißt es ausdrücklich: que espele el dicho Volcan arena, ceniza y agua. Alle Augenzeugen erzählen (ich übersetze aus der Beschreibung, welche der Intendant, Oberst Riaño, und der deutsche Berg-Commissar Franz Fischer, der in spanische Dienste getreten war, über den Zustand des Vulkans von Jorullo am 10ten März 1789 geliefert haben): „daß, ehe der furchtbare Berg erschien (antes de reventar y aparecerse este terrible Cerro), die Erdstöße und das unterirdische Getöse sich häuften; am Tage des Ausbruchs selbst aber der flache Boden sich sichtbar senkrecht erhob (se observó, que el plan de la tierra se levantaba perpendicularmente), und das Ganze sich mehr oder weniger aufblähte, so daß Blasen (vexigones) erschienen, deren größte heute der Vulkan ist (de los que el mayor es hoy el Cerro del Volcan). Diese aufgetriebenen Blasen, von sehr verschiedenem Umfang und zum Theil ziemlich regelmäßiger conischer Gestalt, platzten später (estas ampollas, gruesas vegigas ó conos diferentemente regulares en sus figuras y tamaños, reventáron despues), und stießen aus ihren Mündungen kochend heißen Erdschlamm (tierras hervidas y calientes) wie verschlackte Steinmassen (piedras cocidas? y fundidas) aus, die man, mit schwarzen Steinmassen bedeckt, noch bis in ungeheure Ferne auffindet."

Die historischen Nachrichten, die man freilich ausführlicher wünschte, stimmen vollkommen mit dem überein, was ich aus dem Munde der Eingeborenen 14 Jahre nach der Besteigung des Antonio de Riano vernahm. Auf die Fragen, ob man „das Berg-Castell" nach Monaten oder Jahren sich allmälig habe erhöhen sehen, oder ob es gleich in den ersten Tagen schon als ein hoher Gipfel erschienen sei? war keine Antwort zu erhalten. Riano's Behauptung, daß Eruptionen noch in den ersten 16 bis 17 Jahren vorgefallen wären, also bis 1776, wurde als unwahr geläugnet. Die Erscheinungen von kleinen Wasser- und Schlamm-Ausbrüchen, die in den ersten Tagen gleichzeitig mit den glühenden Schlacken bemerkt wurden, werden nach der Sage dem Versiegen zweier Bäche zugeschrieben, welche, an dem westlichen Abhange des Gebirges von Santa Ines, also östlich vom Cerro de Cuiche, entspringend, die Zuckerrohr-Felder der ehemaligen Hacienda de San Pedro de Jorullo reichlich bewässerten und weit in Westen nach der Hacienda de la Presentacion fortströmten. Man zeigt noch nahe bei ihrem Ursprunge den Punkt, wo sie in einer Kluft mit ihren einst kalten Wassern bei Erhebung des östlichen Randes des Malpais verschwunden sind. Unter den Hornitos weglaufend, erscheinen sie (das ist die allgemeine Meinung der Landleute) erwärmt als zwei Thermalquellen wieder. Da der gehobene Theil des Malpais dort fast senkrecht abgestürzt ist, so bilden sie die zwei kleinen Wasserfälle, die ich gesehen und in meine Zeichnung aufgenommen habe. Jedem derselben ist der frühere Name, Rio de San Pedro und Rio de Cuitimba, erhalten worden. Ich habe an diesem Punkte die Temperatur der dampfenden Wasser 52°,7 gefunden. Die Wasser sind auf ihrem langen Wege nur erwärmt, aber nicht gesäuert worden. Die

haben auf der nautisch-astronomischen Expedition von Malaspina die Botaniker Mociño und Don Martin Sessé, ebenfalls von der Südsee-Küste aus, den Jorullo besucht.

Reactiv-Papiere, welche ich die Gewohnheit hatte, mit mir zu führen, erlitten keine Veränderung; aber weiter hin, nahe bei der Hacienda de la Presentacion, gegen die Sierra de las Canoas zu, sprudelt eine mit geschwefeltem Wasserstoffgas geschwängerte Quelle, die ein Becken von 20 Fuß Breite bildet.

Um sich von der complicirten Reliefform der Bodenfläche einen klaren Begriff zu machen, in welcher so merkwürdige Erhebungen vorgefallen sind, muß man hypsometrisch und morphologisch unterscheiden: 1) die Lage des Vulkan-Systems von Jorullo im Verhältniß zu dem mittleren Niveau der mexicanischen Hochebene; 2) die Convexität des Malpais, das von Tausenden von Hornitos bedeckt ist; 3) die Spalte, auf welcher 6 große vulkanische Bergmassen aufgestiegen sind.

An dem westlichen Abfall der von SSO nach NNW streichenden Cordillera central de Mexico bildet die Ebene der Playas de Jorullo in nur 2400 Fuß Höhe über dem Niveau der Südsee eine von den horizontalen Bergstufen, welche überall in den Cordilleren die Neigungs-Linie des Abfalls unterbrechen und deshalb mehr oder minder die Abnahme der Wärme in den über einander liegenden Luftschichten verlangsamen. Wenn man von dem Central-Plateau von Mexico in 7000 Fuß mittlerer Höhe nach den Weizenfeldern von Valladolid de Michuacan, nach dem anmuthigen See von Patzcuaro mit dem bewohnten Inselchen Janicho und in die Wiesen um Santiago de Ario, die wir (Bonpland und ich) mit den nachmals so berühmt gewordenen Georginen (Dahlia, Cav.) geschmückt fanden, herabsteigt; so ist man noch nicht neunhundert bis tausend Fuß tiefer gelangt. Um aber von Ario am steilen Abhange über Aguasarco in das Niveau der alten Ebene von Jorullo zu treten, vermindert man in dieser so kurzen Strecke die absolute Höhe um 3600 bis 4000 Fuß.*) Der rundliche, convexe Theil der gehobenen Ebene hat ohngefähr 12000 Fuß im Durchmesser, also ein Areal von mehr als ¼ einer geographischen Quadratmeile. Der eigentliche Vulkan von Jorullo und die 5 anderen Berge, die sich mit ihm zugleich und auf Einer Spalte erhoben haben, liegen so, daß nur ein kleiner Theil des Malpais östlich von ihnen fällt. Gegen Westen ist die Zahl der Hornitos daher um vieles größer; und wenn ich am frühen Morgen aus dem Indianer-Häuschen der Playas de Jorullo heraustrat oder einen Theil des Cerro del Mirador bestieg, so sah ich den schwarzen Vulkan sehr malerisch über die Unzahl von weißen Rauchsäulen der „kleinen Oefen" (Hornitos) hervorragen. Sowohl die Häuser der Playas als der basaltische Hügel Mirador liegen auf dem Niveau des alten unvulkanischen oder, vorsichtiger zu reden, nicht gehobenen Bodens. Die schöne Vegetation desselben, auf dem ein Heer von Salvien unter dem Schatten einer neuen Art der Fächerpalme (Corypha pumos) und einer neuen Eller-Art (Alnus Jorullensis) blühen, contrastirt mit dem öden, pflanzenleeren Anblick des Malpais. Die Vergleichung der Barometerstände†) des Punktes, wo die Hebung in den Playas anfängt, mit dem Punkte unmittelbar am Fuß des Vulkans giebt 444 Fuß relativer senkrechter Höhe. Das Haus, das wir bewohnten, stand ohngefähr nur 500 Toisen von dem Rande des Malpais ab. Es fand sich dort ein kleiner senkrechter Absturz von kaum 12 Fuß Höhe, von welchem die heiß gewordenen Wasser des Baches (Rio de San Pedro) herabfallen. Was ich dort am Absturz von dem inneren Bau des Erdreichs untersuchen konnte, zeigte schwarze, horizontale Lettenschichten, mit Sand (Rapilli) gemengt. An anderen Punkten, die ich nicht gesehen, hat Burkart „an der senkrechten Begrenzung des erhobenen Bodens, wo dieser schwer zu ersteigen ist, einen lichtgrauen, wenig

---

*) Meine Barometer-Messungen geben für Mexico 1168 Toisen, Valladolid 1002t, Patzcuaro 1130t, Ario 994t, Aguasarco 780t, für die alte Ebene der Playas de Jorullo 404t; Humboldt, Observ. astron. Vol. I. p. 327 (Nivellement barométrique No. 367—370).

†) Ueber der Oberfläche des Meeres finde ich, wenn die alte Ebene der Playas 404 Toisen ist, für das Maximum der Convexität des Malpais 487t, für den Rücken des großen Lavastromes 600t, für den höchsten Kraterrand 667t; für den tiefsten Punkt des Kraters, an welchem wir das Barometer aufstellen konnten, 644t. Demnach ergaben sich für die Höhe des Gipfels vom Jorullo über der alten Ebene 263 Toisen oder 1578 F.

dichten (verwitterten) Basalt, mit vielen Körnern von Olivin" beobachtet.*) Dieser genaue und erfahrene Beobachter hat aber †) an Ort und Stelle, ganz wie ich, die Ansicht von einer durch elastische Dämpfe bewirkten, blasenförmigen Hebung der Erdoberfläche gefaßt: entgegengesetzt der Meinung berühmter Geognosten ‡), welche die Convexität, die ich durch unmittelbare Messung gefunden, allein dem stärkeren Lava-Erguß am Fuß des Vulkans zuschreiben.

Die vielen Tausende der kleinen Auswurfs-Kegel (eigentlich mehr rundlicher oder etwas verlängerter, backofen-artiger Form), welche die gehobene Fläche ziemlich gleichmäßig bedecken, sind im Mittel von 4 bis 9 Fuß Höhe. Sie sind fast allein auf der westlichen Seite des großen Vulkans emporgestiegen, da ohnedies der östliche Theil gegen den Cerro de Cuiche hin kaum $^1/_{16}$ des Areals der ganzen blasenförmigen Hebung der Playas ausmacht. Jeder der vielen Hornitos ist aus verwitterten Basaltkugeln zusammengesetzt, mit concentrisch schalig abgesonderten Stücken; ich konnte oft 24 bis 28 solcher Schalen zählen. Die Kugeln sind etwas sphäroidisch abgeplattet, und haben meist 15 – 18 Zoll im Durchmesser; variiren aber auch von 1 bis 3 Fuß. Die schwarze Basaltmasse ist von heißen Dämpfen durchdrungen und erdig aufgelöst; doch der Kern ist dichter: während die Schalen, wenn man sie ablöst, gelbe Flecken oxydirten Eisens zeigen. Auch die weiche Lettenmasse, welche die Kugeln verbindet, ist, sonderbar genug, in gekrümmte Lamellen getheilt, die sich durch alle Zwischenräume der Kugeln durchwinden. Ich habe mich bei dem ersten Anblick befragt, ob das Ganze statt verwitterter, sparsam olivinhaltiger Basaltkugeln nicht vielleicht in der Ausbildung begriffene, aber gestörte Massen darböte. Es spricht dagegen die Analogie der wirklichen, mit Thon- und Mergelgeschichten gemengten Kugelbasalt-Hügel, welche oft von sehr kleinen Dimensionen im böhmischen Mittelgebirge, theils isolirt, theils lange Basaltrücken an beiden Extremen krönend, gefunden werden. Einige der Hornitos sind so aufgelöst oder haben so große innere Höhlungen, daß Maulthiere, wenn man sie zwingt, die Vorderfüße auf die flächeren zu setzen, tief einsinken: wogegen bei ähnlichen Versuchen, die ich machte, die Hügel, welche die Terminen aufbauen, widerstanden.

In der Basaltmasse der Hornitos habe ich keine Schlacken oder Fragmente älterer durchbrochener Gebirgsarten, wie in den Laven des großen Jorullo, eingebacken gefunden. Was die Benennung Hornos oder Hornitos besonders rechtfertigt, ist der Umstand, daß in jedem derselben (ich rede von der Epoche, wo ich die Playas de Jorullo durchwanderte und mein Journal niederschrieb, 18. Sept. 1803) die Rauchsäulen nicht aus dem Gipfel, sondern seitwärts ausbrechen. Im Jahr 1780 konnte man noch Cigarren anzünden, wenn man sie, an einen Stab befestigt, 2 bis 3 Zoll tief eingrub; in einigen Gegenden war damals durch die Nähe der Hornitos die Luft so erhitzt, daß man Umwege machen mußte, um das Ziel, das man sich vorgesetzt, zu erreichen. Ich fand trotz der Erkaltung, welche nach dem allgemeinen Zeugniß der Indianer die Gegend seit 20 Jahren erlitten hatte, in den Spalten der Hornitos meist 93° und 95° Cent.; zwanzig Fuß von einigen Hügeln hatte die umgebende Luft, da, wo keine Dämpfe mich berührten, noch eine Temperatur von 42°,5 und 46°,8, wenn die eigentliche Luft-Temperatur der Playas zu derselben Stunde kaum 25°

*) Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825—1834 Bd. I. (1836) S. 227.

†) A. a. O. Bd. I. S. 227 und 230.

‡) Poulet Scrope, Considerations on Volcanos p. 267; Sir Charles Lyell, Principles of Geology 1853 pag. 429: Manual of Geology 1855 pag. 580; Daubeny on Volcanos p. 337. Vergl. auch on the elevation hypothesis Dana, Geology in der United States Exploring Expedition Vol. X. p. 369. Constant Prevost in den Comptes rendus T. 41 (1855) p. 866—876 und 918—923: sur les éruptions et le drapeau de l'infallibilité. — Vergl. auch über den Jorullo Carl Pieschel's lehrreiche Beschreibung der Vulkane von Mexico, mit Erläuterungen von Dr. Gumprecht, in der Zeitschrift für Allg. Erdkunde der geogr. Gesellschaft zu Berlin Bd. VI. S. 490—517; und die eben erschienenen pitoresken Ansichten in Pieschel's Atlas der Vulkane der Republik Mexico 1856 tab. 13, 14 und 15. Das königliche Museum zu Berlin besitzt in der Abtheilung der Kupferstiche und Handzeichnungen eine herrliche und zahlreiche Sammlung von Abbildungen der mexicanischen Vulkane (mehr als 40 Blätter), nach der Natur dargestellt von Moritz Rugendas. Von dem westlichsten aller mexicanischen Vulkane, dem von Colima, hat dieser große Meister allein 15 farbige Abbildungen geliefert.

war. Die schwach schwefelsauren Dämpfe entfärbten reagirende Papierstreifen, und erhoben sich einige Stunden nach Sonnen-Aufgang sichtbar bis 60 Fuß Höhe. An einem frühen, kühlen Morgen ist der Anblick der Rauchsäulen am merkwürdigsten. Gegen Mittag, ja schon nach 11 Uhr, sind sie ganz erniedrigt und nur in der Nähe sichtbar. Im Inneren von mehreren der Hornitos hörten wir Geräusch wie Sturz von Wasser. Die kleinen basaltischen Backöfen sind, wie schon oben bemerkt worden ist, leicht zerstörbare Gebäude. Als Burkart, 24 Jahre nach mir, das Malpais besuchte, fand er keinen der Hornitos mehr rauchend; ihre Temperatur war bei den meisten die der umgebenden Luft, und viele hatten alle Regelmäßigkeit der Gestalt durch Regengüsse und meteorische Einflüsse verloren. Dem Hauptvulkan nahe fand Burkart kleine Kegel, die aus einem braunrothen Conglomerate von abgerundeten oder eckigen Lavastücken zusammengesetzt waren und nur locker zusammenhingen. Mitten in dem erhobenen, von Hornitos bedeckten Areal sieht man noch ein Ueberbleibsel der alten Erhöhung, an welche die Gebäude der Meierei San Pedro angelehnt waren. Der Hügel, den ich auf meiner Karte angedeutet, bildet einen Rücken, welcher von Osten nach Westen gerichtet ist, und seine Erhaltung au dem Fuß des großen Vulkans erregt Erstaunen. Nur ein Theil ist mit dichtem Sande (gebrannten Rapilli) bedeckt. Die hervorstehende Basaltklippe, mit uralten Stämmen von Ficus indica und Psidium bewachsen, ist gewiß, wie die des Cerro del Mirador und der hohen Gebirgsmassen, welche die Ebene in Osten bogenförmig begrenzen, als der Catastrophe präexistirend zu betrachten.

Es bleibt mir übrig, die mächtige Spalte zu beschreiben, auf der in der allgemeinen Richtung von Süd-Süd-West nach Nord-Nord-Ost sechs an einander gereihte Vulkane sich erhoben haben. Die partielle Richtung der ersten drei, mehr südlichen und niedrigeren ist SW—NO; die der folgenden drei fast S—N. Die Gangspalte ist also gekrümmt gewesen, und hat ihr Streichen ein wenig verändert, in der Total-Länge von 1700 Toisen. Die hier bezeichnete Richtung der gereihten, aber sich nicht berührenden Berge ist allerdings fast rechtwinklig mit der Linie, auf welcher nach meiner Bemerkung die mexicanischen Vulkane von Meer zu Meer auf einander folgen. Diese Differenz nimmt aber weniger Wunder, wenn man bedenkt, daß man ein großes geognostisches Phänomen (die Beziehung der Hauptmassen gegen einander queer durch einen Continent) nicht mit den Localverhältnissen der Orientation im Inneren einer einzelnen Gruppe verwechseln darf. Der lange Rücken des großen Vulkans von Pichincha hat auch nicht die Richtung der Vulkan-Reihe von Quito; und in unvulkanischen Ketten, z. B. im Himalaya, liegen, worauf ich schon früher aufmerksam gemacht habe, die Culminationspunkte oft fern von der allgemeinen Erhebungs-Linie der Kette. Sie liegen auf partiellen Schneerücken, die selbst fast einen rechten Winkel mit jener allgemeinen Erhebungs-Linie bilden.

Von den sechs über der genannten Spalte aufgestiegenen vulkanischen Hügeln scheinen die ersteren drei, die südlicheren, zwischen denen der Weg nach den Kupfergruben von Inguaran durchgeht, in ihrem jetzigen Zustande die unwichtigsten. Sie sind nicht mehr geöffnet, und ganz mit graulich weißem vulkanischen Sande bedeckt, der aber nicht aus Bimsstein besteht; denn von Bimsstein und Obsidian habe ich in dieser Gegend nichts gesehen. Auch am Jorullo scheint, wie nach der Behauptung Leopolds von Buch und Monticelli's am Vesuv, der letzte überdeckende Aschenfall der weiße gewesen zu sein. Der vierte, nördliche Berg ist der große und eigentliche Vulkan von Jorullo, dessen Spitze ich, trotz seiner geringen Höhe (667 Toisen über der Meeresfläche, 180 Toisen über dem Mailpais am Fuße des Vulkans und 263 Toisen über dem alten Boden der Playas), nicht ohne Mühseligkeit am 19. September 1803 mit Bonpland und Carlos Montufar erreicht habe. Wir glaubten am sichersten in den, damals noch mit heißen Schwefeldämpfen gefüllten Krater zu gelangen, wenn wir den schroffen Rücken des mächtigen Lavastroms erstiegen, welcher aus dem Gipfel selbst ausgebrochen ist. Der Weg ging über eine krause, schlackige, coak-

oder vielmehr blumenkohlartig aufgeschwollene, hellklingende Lava. Einige Theile haben einen metallischen Glanz, andere sind basaltartig und voll kleiner Olivinkörner. Als wir uns so in 667 Fuß senkrechter Höhe bis zur oberen Fläche des Lavastroms erhoben hatten, wendeten wir uns zum weißen Aschenkegel, an dem wegen seiner großen Steilheit man fürchten mußte, bei dem häufigen und beschleunigten Herabrutschen durch den Stoß an die zackige Lava schmerzhaft verwundet zu werden. Der obere Rand des Kraters, an dessen südwestlichem Theile wir die Instrumente aufstellten, bildet einen Ring von der Breite weniger Fuße. Wir trugen das Barometer von dem Rande in den ovalen Krater des abgestumpften Kegels. An einer offenen Kluft strömt Luft aus von 93°,7 Cent. Temperatur. Wir standen nun 140 Fuß senkrecht unter dem Kraterrande; und der tiefste Punkt des Schlundes, welchen wir des dicken Schwefeldampfes wegen zu erreichen aufgeben mußten, schien auch nur noch einmal so tief zu sein. Der geognostische Fund, welcher uns am meisten interessirte, war die Entdeckung mehrerer in die schwarz-basaltische Lava eingebackener, scharfbegrenzter **weißer**, feldspathreicher Stücke einer Gebirgsart von 3 bis 4 Zoll Durchmesser. Ich hielt dieselben zuerst*) für Syenit; aber zufolge der genauen Untersuchung eines von mir mitgebrachten Fragments durch Gustav Rose gehören sie wohl eher zu der Granit-Formation, welche der Oberbergrath Burkart auch unter dem Syenit des Rio de las Balsas hat zu Tage kommen sehen. „Der Einschluß ist ein Gemenge von Quarz und Feldspath. Die schwarzgrünen Flecken scheinen, mit etwas Feldspath zusammengeschmolzener Glimmer, nicht Hornblende, zu sein. Das eingebackene weiße Bruchstück ist durch vulkanische Hitze gespalten, und in dem Risse laufen weiße, zahnförmige, geschmolzene Fäden von einem Rande zum anderen."

Nördlicher als der große Vulkan von Jorullo und der schlackige Lavaberg, den er ausgespieen in der Richtung der alten Basalte des Cerro del Mortero, folgen die beiden letzten der oft genannten 6 Eruptionen. Auch diese Hügel waren anfangs sehr wirksam, denn das Volk nennt noch jetzt den äußersten Aschenberg el Volcancito. Eine nach Westen geöffnete weite Spalte trägt hier die Spuren eines zerstörten Kraters. Der große Vulkan scheint, wie der Epomeo auf Ischia, nur einmal einmal einen mächtigen Lavastrom ergossen zu haben. Daß seine lava-ergießende Thätigkeit über die Epoche des ersten Ausbruchs hinaus gedauert habe, ist nicht historisch erwiesen; denn der seltene, glücklich aufgefundene Brief des Pater Joaquin de Ansogorri, kaum zwanzig Tage nach dem ersten Ausbruch geschrieben, handelt fast allein von den Mitteln „Pastoral-Einrichtungen für die bessere Seelsorge der vor der Catastrophe geflohenen und zerstreuten Landleute" zu treffen: für die folgenden 30 Jahre bleiben wir ohne alle Nachricht. Wenn die Sage sehr allgemein von Feuern spricht, die eine so große Fläche bedeckten, so ist allerdings zu vermuthen, daß alle 6 Hügel auf der großen Spalte und ein Theil des **Malpais** selbst, in welchem die

---

*) "Nous avons été, Mr. Bonpland et moi, étonnés surtout de trouver enchâssés dans les laves basaltiques, lithoides et scorifiées du Volcan de Jorullo des fragmens anguleux blancs ou blancs-verdâtres de *Syénite*, composés de peu d'amphibole et de beaucoup de feldspath lamelleux. Là où ces masses ont été crevassées par la chaleur, le feldspath est devenu filandreux, de sorte que les bords de la fente sont réunis dans quelques endroits par des fibres alongées de la masse. Dans les Cordillères de l'Amérique du Sud, entre Popayan et Almaguer, au pied du *Cerro Broncoso*, j'ai trouvé de veritables fragmens de *gneis* enchâssés dans un trachyte abondant en pyroxène. Ces phénomènes prouvent que les formations trachytiques sont sorties au-dessous de la croûte granitique du globe. Des phénomènes analogues présentent les trachytes du *Siebengebirge* sur les bords du Rhin et les couches inférieures du Phonolithe (*Porphyrschiefer*) du *Biliner Stein* en Bohême." **Humboldt**, Essai géognostique sur le Gisement des Roches 1823 p. 133 und 339. Auch **Burkart** (Aufenthalt und Reisen in Mexico Bd. I. S. 230) erkannte in der schwarzen, olivinreichen Lava des Jorullo umschlossen: „Blöcke eines umgeänderten Syenits. Hornblende ist nur selten deutlich zu erkennen. Die Syenit-Blöcke dürften wohl den unumstößlichen Beweis liefern, daß der Sitz des Feuerheerdes des Vulkans von Jorullo sich in oder unter dem Syenit befinde, welcher wenige Meilen (leguas) südlicher auf dem linken Ufer des der Südsee zufließenden Rio de las Balsas sich in bedeutender Ausdehnung zeigt." Auf Lipari bei Caneto haben Dolomieu und 1832 der vortreffliche Geognost Friedrich Hoffmann sogar in derben **Obsidian-Massen** eingeschlossene Fragmente von Granit gefunden, der aus blaßrothem Feldspath, schwarzem Glimmer und wenig hellgrauem Quarz gebildet war (**Poggendorff's** Annalen der Physik Bd. 24. S. 49.)

Hornitos erschienen sind, gleichzeitig entzündet waren. Die Wärmegrade der umgebenden Luft, die ich selbst noch gemessen, lassen auf die Hitze schließen, welche 43 Jahre früher dort geherrscht hat; sie mahnen an den urweltlichen Zustand unseres Planeten, in dem die Temperatur seiner Lufthülle und mit dieser die Vertheilung des organischen Lebens, bei thermischer Einwirkung des Inneren mittelst tiefer Klüfte (unter jeglicher Breite und in langen Zeitperioden), modificirt werden konnte.

Man hat, seitdem ich die Hornitos, welche den Vulkan von Jorullo umgeben, beschrieben habe, manche analoge Gerüste in verschiedenen Weltgegenden mit diesen backofen-ähnlichen kleinen Hügeln verglichen. Mir scheinen die mexicanischen, ihrer inneren Zusammensetzung nach, bisher noch sehr contrastirend und isolirt dazustehen. Will man Auswurfs-Kegel alle Erhebungen nennen, welche Dämpfe ausstoßen, so verdienen die Hornitos allerdings die Benennung von Fumarolen. Die Benennung Auswurfs-Kegel würde aber zu der irrigen Meinung leiten, als seien Spuren vorhanden, daß die Hornitos je Schlacken ausgeworfen oder gar, wie viele Auswurfs-Kegel, Lava ergossen haben. Ganz verschieden z. B. sind, um an ein größeres Phänomen zu erinnern, in Kleinasien, auf der vormaligen Grenze von Mysien und Phrygien, in dem alten Brandlande (Katakekaumene), „in welchem es sich (wegen der Erdbeben) gefahrvoll wohnt", die drei Schlünde, die Strabo φῦσαι, Blasebälge, nennt, und die der verdienstvolle Reisende William Hamilton wieder aufgefunden hat.*) Auswurfs-Kegel, wie sie die Insel Lancerote bei Tinguaton, oder Unter-Italien, oder (von kaum zwanzig Fuß Höhe) der Abhang des großen kamtschadalischen Vulkans Awatscha †) zeigen, den mein Freund und sibirischer Reisegefährte, Ernst Hofmann, im Juli 1824 erstiegen; bestehen aus Schlacken und Asche, die einen kleinen Krater, welcher sie ausgestoßen hat und von ihnen wieder verschüttet worden ist, umgeben. An den Hornitos ist nichts krater-ähnliches zu sehen; und sie bestehn, was ein wichtiger Charakter ist, aus bloßen Basaltkugeln mit schalig abgesonderten Stücken, ohne Einmischung loser eckiger Schlacken. Am Fuß des Vesuvs, bei dem mächtigen Ausbruch von 1794 (wie auch in früheren Epochen), bildeten sich, auf einer Längenspalte gereiht, 8 verschiedene kleine Eruptions-Krater, bocche nuove, die sogenannten parasitischen Ausbruchs-Kegel, lava-ergießend und schon dadurch den Jorullo-Hornitos gänzlich entfremdet. „Ihre Hornitos", schrieb mir Leopold von Buch, „sind nicht durch Auswürflinge aufgehäufte Kegel; sie sind unmittelbar aus dem Erd-Inneren gehoben." Die Entstehung des Vulkans von Jorullo selbst wurde von diesem großen Geologen mit der des Monte nuovo in den phlegräischen Feldern verglichen. Dieselbe Ansicht der Erhebung von 6 vulkanischen Bergen auf einer Längenspalte hat sich (s. oben S. 798—799) dem Oberst Riano und dem Berg-Commissar Fischer 1789, mir bei dem ersten Anblick 1803, Herrn Burkart 1827 als die wahrscheinlichere aufgedrängt. Bei beiden neuen Bergen, entstanden 1538 und 1759, wiederholen sich dieselben Fragen. Ueber den süd-italienischen sind die Zeugnisse von Falconi, Pietro Giacomo di Toledo, Francesco del Nero und Porzio umständlicher, der Zeit der Catastrophe nahe und von gebildeteren Beobachtern abgefaßt. Eines dieser Zeugnisse, das gelehrteste des berühmten Porzio, sagt: "Magnus terrae tractus, qui inter radices montis, quem Barbarum incolae appellant, et mare juxta Avernum jacet, sese *erigere videbatur* et montis

*) Strabo lib. XIII. p. 579 und 628; Hamilton, Researches in Asia minor Vol. II. chapt. 39. Der westlichste der 3 Kegel, jetzt Kara Devlit genannt, ist 500 Fuß über der Ebene erhaben und hat einen großen Lavastrom gegen Koula hin ergossen. Ueber 30 kleine Kegel zählte Hamilton in der Nähe. Die drei Schlünde (βόθροι und φῦσαι des Strabo) sind Krater, welche auf conischen, aus Schlacken und Laven zusammengesetzten Bergen liegen.

†) Erman, Reise um die Erde Bd. III. S. 538; Kosmos 4. Buch S. 765. Postels (Voyage autour du monde par le Cap. Lutké, partie hist. T. III. p. 76) und Leopold von Buch (Description physique des Iles Canaries p. 448) erwähnen der Aehnlichkeit mit den Hornitos von Jorullo. Erman beschreibt in einem mir gütigst mitgetheilten Manuscripte eine große Zahl abgestumpfter Schlackenkegel in dem ungeheuren Lavafelde östlich von den Baidaren-Bergen auf der Halbinsel Kamtschatka.

subito nascentis figuram imitari. Iste terrae cumulus aperto veluti ore magnos ignes evomuit, pumicesque et lapides, cineresque." *)

Von der hier vervollständigten geognostischen Beschreibung des Vulkans von Jorullo gehen wir zu den östlicheren Theilen von Mittel-Mexico (Anahuac) über. Nicht zu verkennende Lavaströme, von meist basaltartiger Grundmasse, hat der Pic von Orizaba nach den neuesten, interessanten Forschungen von Pieschel (März 1854) †) und H. de Saussure ergossen. Die Gebirgsart des Pic von Orizaba, wie die des von mir erstiegenen großen Vulkans von Toluca ‡) ist aus Hornblende, Oligoklas und etwas Obsidian zusammengesetzt: während die Grundmasse des Popocatepetl ein Chimborazo-Gestein ist, zusammengesetzt aus sehr kleinen Krystallen von Oligoklas und Augit. An dem Fuß des östlichen Abhanges des Popocatepetl, westlich von der Stadt la Puebla de los Angeles, habe ich in dem Llano de Tetimpa, wo ich die Base zu den Höhen-Bestimmungen der beiden großen, das Thal von Mexico begrenzenden Nevados (Popocatepetl und Iztaccihuatl) gemessen, siebentausend Fuß über dem Meere ein weites und räthselhaftes Lavafeld aufgefunden. Es heißt das Malpais (rauhe Trümmerfeld) von Atlachayacatl, einer niedrigen Trachytkuppe, an deren Abhange der Rio Atlaco entspringt; und erstreckt sich, 60 bis 80 Fuß über die angrenzende Ebene prallig erhoben, von Osten nach Westen, also rechtwinklig den Vulkanen zulaufend. Von dem indianischen Dorfe San Nicolas de los Ranchos bis nach San Buenaventura schätzte ich die Länge des Malpais über 18000, seine Breite 6000 Fuß. Es sind schwarze, theilweise aufgerichtete Lavaschollen von grausig wildem Ansehen, nur sparsam hier und da mit Lichenen überzogen: contrastirend mit der gelblich weißen Bimsstein-Decke, die weit umher alles überzieht. Letztere besteht hier aus grobfasrigen Fragmenten von 2 bis 3 Zoll Durchmesser, in denen bisweilen Hornblende-Krystalle liegen. Dieser gröbere Bimsstein-Sand ist von dem sehr feinkörnigen verschieden, welcher an dem Vulkan Popocatepetl, nahe am Fels el Frayle und an der ewigen Schneegrenze, das Bergbesteigen so gefährlich macht, weil, wenn er an steilen Abhängen sich in Bewegung setzt, die herabrollende Sandmasse alles überschüttend zu vergraben droht. Ob dieses Lava-Trümmerfeld (im Spanischen Mailpais, in Sicilien Scierra viva, in Island Illvaeda-Hraun) alten, über einander gelagerten Seiten-Ausbrüchen des Popocatepetl angehört oder dem etwas abgerundeten Kegelberg Tetlijolo (Cerro del Corazon de Piedra), kann ich nicht entscheiden. Geognostisch merkwürdig ist noch, daß östlicher, auf dem Wege nach der kleinen Festung Perote, dem alt-aztekischen Pinahuizapan, sich zwischen Ojo de Agua, Venta de Soto und el Portachuelo die vulkanische Formation von grobfasrigem, weißem, zerbröckelndem Perlstein ||) neben einem, wahrscheinlich tertiären Kalkstein (Marmol de la Puebla) erhebt. Dieser Perlstein ist dem der conischen Hügel von Zinapecuaro (zwischen Mexico und Valladolid) sehr ähnlich; und enthält, außer Glimmer-Blättchen und Knollen von eingewachsenem Obsidian, auch eine glasige, bläulich-graue, zuweilen rothe, japis-artige Streifung. Das weite Perlstein-Gebiet ist hier mit feinkörnigem Sande verwitterten Perlsteins bedeckt, welchen man auf den ersten Anblick für Granitsand halten könnte und welcher, trotz seiner Entstehungs-Verwandtschaft, doch von dem eigentlichen, graulich weißen Bimsstein-Sande leicht zu unterscheiden ist. Letzterer ge-

*) Porzio, Opera omnia, med., phil. et mathem. in unum collecta 1736: nach Dufrénoy, Mémoires pour servir à une description géologique de la France T. IV. p. 274. Sehr vollständig und mit lobenswerther Unpartheilichkeit sind alle genetischen Fragen behandelt in der 9ten Auflage von Sir Charles Lyell's Principles of Geology 1853 p. 369. Schon Bouguer (Figure de la Terre 1749 p. LXVI) war der Idee der Erhebung des Vulkans von Pichincha nicht abgeneigt: "il n'est pas impossible que le rocher, qui est brûlé et noir, ait été soulevé par l'action du feu souterrain"; vergl. auch p. XCI.

†) Zeitschrift für Allgemeine Erdkunde Bd. IV. S. 398.

‡) Zu der sicheren Bestimmung der Mineralien, aus welchen die mexicanischen Vulkane zusammengesetzt sind, haben ältere und neuere Sammlungen von mir und Pieschel verglichen werden können.

‡) Der schöne Marmor von la Puebla kommt aus den Brüchen von Tecali, Totomehuacan und Portachuelo: südlich von dem hohen Trachyt-Gebirge el Pizarro. Auch nahe bei der Treppen-Pyramide von Cholula, an dem Wege nach la Puebla, habe ich Kalkstein zu Tage kommen sehen.

hört mehr der näheren Umgegend von Perote an, dem siebentausend Fuß hohen Plateau zwischen den zwei vulkanischen, Nord-Süd streichenden Ketten des Popocatepetl und des Orizaba.

Wenn man auf dem Wege von Mexico nach Veracruz von den Höhen des quarzlosen, trachytartigen Porphyrs der Vigas gegen Canoas und Jalapa anfängt herabzusteigen, überschreitet man wieder zweimal Trümmerfelder von schlackiger Lava: das erste Mal zwischen der Station Parage de Carros und Canoas oder Tochtlacuaya, das zweite Mal zwischen Canoas und der Station Casas de la Hoya. Der erste Punkt wird wegen der vielen aufgerichteten, basaltischen, olivinreichen Lavaschollen Loma de Tablas; der zweite schlechthin el Malpais genannt. Ein kleiner Rücken desselben trachytartigen Porphyrs, voll glasigen Feldspaths, welcher bei la Cruz blanca und Rio frio (am westlichen Abfall der Höhe von las Vigas) dem Arenal (den Perlstein-Sandfeldern) gegen Osten eine Grenze setzt, trennt die eben genannten beiden Zweige des Trümmerfeldes, die Loma de Tablas und das, um vieles breitere Malpais. Die der Gegend Kundigen unter dem Landvolke behaupten, daß der Schlacken-Streifen sich gegen Süd-Süd-West, also gegen den Cofre de Perote hin, verlängere. Da ich den Cofre selbst bestiegen und viele Messungen an ihm vorgenommen *) habe, so bin ich wenig geneigt gewesen, aus einer, allerdings sehr wahrscheinlichen Verlängerung des Lavastromes (als ein solcher ist er in

*) Der Cofre de Perote steht, in Südost des Fuerte oder Castillo de Perote, nahe dem östlichen Abfall der großen Hochebene von Mexico, fast isolirt da; seiner großen Masse nach ist er aber doch einem wichtigen Höhenzug angehörig, welcher sich, den Rand des Abfalls bildend, schon von Cruz blanca und Rio frio gegen las Vigas (lat. 19° 37′ 37″), über den Coffer von Perote (lat. 19° 28′ 57″, long. 99° 28′ 39″), westlich von Xicochimalco und Achilchotla, nach dem Pic von Orizaba (lat. 19° 2′ 17″, long 99° 35′ 15″) in der Richtung von Norden nach Süden erstreckt: parallel der Kette (Popocatepetl—Iztaccihuatl), welche das Kesselthal der mexicanischen Seen von der Ebene von la Puebla trennt. (Für die Fundamente dieser Bestimmungen s. mein Recueil d'Observ. astron. Vol. II. p. 529—532 und 547, sowie Analyse de l'Atlas du Mexique oder Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. p. 55—60.) Da der Cofre sich in einem viele Meilen breiten Bimsstein-Felde schroff erhoben hat, so hat es mir bei der winterlichen Besteigung (das Thermometer sank auf dem Gipfel, den 7. Febr. 1804, bis 2° unter den Gefrierpunkt) überaus interessant geschienen, daß die Bimsstein-Bedeckung, deren Dicke und Höhe ich an mehreren Punkten barometrisch beim Hinauf- und Herabsteigen maß, sich über 732 Fuß erhebt. Die untere Grenze des Bimssteins in der Ebene zwischen Perote und Rio Frio ist 1187 Toisen über dem Meeresspiegel, die obere Grenze am nördlichen Abhange des Cofre 1309 Toisen; von da an durch den Pinahuast, das Alto de los Caxones (1954t), wo ich die Breite durch Culmination der Sonne bestimmen konnte, bis zum Gipfel selbst war keine Spur von Bimsstein zu sehen. Bei Erhebung des Berges ist ein Theil der Bimsstein-Decke des großen Arenal, das vielleicht durch Wasser schichtweise geebnet worden ist, mit emporgerissen worden. Ich habe an Ort und Stelle in mein Journal (Febr. 1804) eine Zeichnung dieses Bimsstein-Gürtels eingetragen. Es ist dieselbe wichtige Erscheinung, welche im Jahr 1834 am Vesuv von Leopold von Buch beschrieben wurde; wo söhlige Bimssteintuff-Schichten durch das Aufsteigen des Vulkans, freilich zu größerer Höhe, achtzehn- bis neunzehnhundert Fuß gegen die Einsiedelei des Salvatore hin gelangten (Poggendorff's Annalen Bd. 37. S. 175—179). Die Oberfläche des dioritartigen Trachyt-Gesteins am Cofre war da, wo ich den höchsten Bimsstein fand, nicht durch Schnee der Beobachtung entzogen. Die Grenze des ewigen Schnees liegt in Mexiko unter der Breite von 19° und 19°¾ erst in der mittleren Höhe von 2310t; und der Gipfel des Cofre erreicht bis zum Fuß des kleinen haus-artigen Würfelfelsens, wo ich die Instrumente aufstellte, 2098t oder 12588 Fuß über dem Meere. Nach Höhenwinkeln ist der Würfelfels 21t oder 126 Fuß hoch; also ist die Total Höhe, zu der man wegen der senkrechten Felswand nicht gelangen kann, 12714 Fuß über dem Meere. Ich fand nur einzelne Flecke sporadisch gefallenen Schnees, deren untere Grenze 11400 Fuß war: ohngefähr sieben- bis achthundert Fuß früher als die obere Waldgrenze in schönen Tannenbäumen: Pinus occidentalis, gemengt mit Cupressus sabinoides und Arbutus Madrona. Die Eiche, Quercus xalapensis, hatte uns nur bis 9700 Fuß absoluter Höhe begleitet. (Humboldt, Nivellement barométr. des Cordillères No. 414 bis 429.) Der Name Nauhcampatepetl, welchen der Berg in der mexicanischen Sprache führt, ist von seiner eigenthümlichen Gestalt hergenommen, die auch die Spanier veranlaßte ihm den Namen Cofre zu geben. Er bedeutet: viereckiger Berg; denn nauhcampa, von dem Zahlwort nahui 4 gebildet, heißt zwar als Adv. von vier Seiten, aber als Adj. (obgleich die Wörterbücher dies nicht angeben) wohl ohne Zweifel viereckig oder vierseitig, wie diese Bedeutung der Verbindung nauhcampa ixquich beigelegt wird. Ein des Landes sehr kundiger Beobachter, Hr. Pieschel, vermuthet das Dasein einer alten Krater-Oeffnung am östlichen Abhange des Coffers von Perote (Zeitschr. für Allg. Erdkunde, herausg. von Gumprecht, Bd. V. S. 125). Die Ansicht des Cofre, welche ich in meinen Vues des Cordillères auf Pl XXXIV gegeben, habe ich in der Nähe des Castells San Carlos de Perote, in einer Entfernung von ohngefähr 2 Meilen, entworfen. Der alt-aztekische Name von Perote war Pinahuizapan und bedeutet (nach Buschmann): an dem Wasser der (für ein böses Wahrzeichen gehaltenen und zu abergläubischer Zeichendeutung gebrauchten) Käferart pinahuiztli (vergl. Sahagun, historia gen. de las cosas de Nueva Espana T. II. 1829 p. 10—11): ein Name, welcher von pinahua, sich schämen, abgeleitet wird. Von demselben Verbum stammt der obige Ortsname Pinahuast (pinahuaztli) aus dieser Gegend; so wie der Name einer Staude (Mimosacee?) pinahuihuiztli, von Hernandez herba verecunda übersetzt, deren Blätter bei der Berührung herabfallen.

... barométrique bezeichnet) zu fol-
... entflossen sei. Der Cofre
... Teneriffa, aber unbedeutend im
... wie Pichincha einen langen
... in Peña steht, dessen Form
... Anlaß gegeben hat. Der Berg
... Krater, oder den Ausbruch-
... ihm gehörige Obsidiane,
... Gestein ist sehr einförmig aus
... welche nicht glasiger Feldspath
... Gebirgsart, welche nicht porös
... die Eindrücke, die ich
... bei dem ich hier absicht-
... vulkanischer Kraftäuße-
... in Perote selbst an
... 12714 Fuß
... gewesen sein. Es
... Längen-
... geschmolzene
... Krater) sich
... nicht verge-
... Punkten (Kra-
... ihre gemein-
... was in den Er-
... gebliebenen
... Kratern und Maa-
... Kegel, theils er-
... Sie ist es
... Horizont der
... des Seienden mit
... kräftigsten zur
... heißen Quellen
... (fern von
... werden.*)
... Vulkan-Gruppe
... entzündet be-
... und San Miguel
... der dritten Vulkan-
... als einem Jahr-
..., aus dem allei-
... Schlackenmassen
... im Frühjahr 1743

... dont j'ai rapporté plu-
... on voit une lentille polie
... de diametre au Cabinet du
... autre chose qu'un verre formé
... matière du torrent de feu qui
... de celui de Sangai dans la
... au sud-est de Quito, est sans
... mais nous n'avons vu cette mon-
... et je n'etois plus à Quito dans le
... des dernières éruptions du volcan de Coto-
... lorsque sur ses flancs il s'ouvrit des espèces

das Hochland von Quito und Cuenca verließ. Er hatte vierzehn Jahre später, da er von einer Besteigung des Vesus (4. Juni 1755) zurückkehrte, bei welcher er die Schwester Friedrichs des Großen, die Markgräfin von Baireuth, begleitete, Gelegenheit, sich in einer akademischen Sitzung über den Mangel von eigentlichen Lavaströmen (laves coulées par torrens de matères liquefiées) aus den Vulkanen von Quito lebhaft zu äußern. Das in der Sitzung vom 20. April 1757 gelesene Journal d'un Voyage en Italie erschien erst 1762 in den Mémoires der Pariser Akademie, und ist für die Geschichte der Erkennung alter ausgebrannter Vulkane in Frankreich auch darum geognostisch von einiger Wichtigkeit, weil La Condamine in demselben Tagebuche mit dem ihm eigenen Scharfsinn, ohne von Guettard's, allerdings früheren Behauptungen etwas zu wissen *), sich sehr bestimmt über die Existenz alter Kraterseen und ausgebrannter Vulkane im mittleren und nördlichen Italien wie im südlichen Frankreich ausspricht.

Eben dieser auffallende Contrast zwischen den so früh erkannten, schmalen und unbezweifelten Lavaströmen der Auvergne und der, oft nur dazu absolut behaupteten Abwesenheit jedes Lava-Ergusses in den Cordilleren hat mich während der ganzen Dauer meiner Expedition ernsthaft beschäftigt. Alle meine Tagebücher sind voll von Betrachtungen über dieses Problem, dessen Lösung ich lange in der absoluten Höhe der Gipfel und in der Mächtigkeit der Umwallung, d. i. der Einsenkung, trachytischer Kegelberge in acht- bis neuntausend Fuß hohen Bergebenen von großer Breiter gesucht habe. Wir wissen aber jetzt, daß ein 16000 Fuß hoher, Schlacken auswerfender Vulkan von Quito, der von Macas, ununterbrochen um vieles thätiger ist als die niedrigen Vulkane Izalco und Stromboli; wir wissen, daß die östlichen Dom- und Kegelberge, Antisana und Sangay, gegen die Ebene des Napo und Pastaza: die westlichen, Pichincha, Iliniza und Chimborazo, gegen die Zuflüsse des stillen Oceans hin freie Abhänge haben. Auch unumwallt ragt bei vielen der obere Theil noch acht- bis neuntausend Fuß hoch über die Hochebene empor. Dazu sind ja alle diese Höhen über der Meeresfläche, welche, wenn gleich nicht ganz mit Recht, als die mittlere Höhe der Erdoberfläche betrachtet wird, unbedeutend in Hinsicht auf die Tiefe, in welcher man den Sitz der vulkanischen Thätigkeit und die zur Schmelzung der Gesteinmassen nöthige Temperatur vermuthen kann.

Die einzigen schmäleren Lava-Ausbrüchen ähnlichen Erscheinungen, die ich in den Cordilleras von Quito aufgefunden, sind diejenigen, welche der Bergcoloß des Antisana, dessen Höhe ich durch eine trigonometrische Messung auf 17952 Fuß (5833) bestimmt habe, darbietet. Da die Gestaltung hier die wichtigsten Criterien an die Hand giebt, so werde ich die systematische und den Begriff der Entstehung zu eng beschränkende Benennung Lava gleich anfangs vermeiden und mich nur ganz objectiv der Bezeichnungen von „Felstrümmern" oder „Schuttwällen" (traînés de masses volcaniques) bedienen. Das mächtige Gebirge des Antisana bildet in 12625 Fuß Höhe eine fast oval-

de soupiraux, d'où l'on vit sortir à flots des matières enflammées et liquides qui devoient être d'une nature semblable à la lave du Vésuve." (La Condamine, Journal de Voyage en Italie in den Mémoires de l'Académie des Sciences, Année 1757, p. 357; Histoire p. 12.) Beide Beispiele, besonders das erstere, sind nicht glücklich gewählt. Der Sangay ist erst im December des Jahres 1849 von Sebastian Wisse wissenschaftlich untersucht worden; was La Condamine in einer Entfernung von 27 geographischen Meilen für herabfließende leuchtende Lava, ja für „einen Erguß brennenden Schwefels und Erdpechs" hielt, sind glühende Steine und Schlackenmassen, welche bisweilen, nahe an einander gedrängt, an dem steilen Abhange des Aschenkegels herabgleiten (Kosmos 4. Buch S. 774). Am Cotopaxi habe ich nicht mehr als am Tungurahua, Chimborazo, Pichincha, oder an dem Puracé und Sotara bei Popayan etwas gesehen, was für schmale Lavaströme, diesen Bergcolossen entflossen, gelten könnte. Die unzusammenhangenden glühenden, oft obsidianhaltigen Massen von 5—6 Fuß Durchmesser, welche bei seinen Ausbruchen der Cotopaxi hervorgeschleudert hat, sind, von Fluthen geschmolzenen Schnees und Eises gestoßen, bis weit in die Ebene gelangt, und bilden dort theilweise strahlenförmig divergirende Reihen. Auch sagt La Condamine an einem andern Orte (Journal du Voyage à l'Equateur p. 160) sehr wahr: "Ces éclats de rocher, gros comme une chaumière d'Indien, forment des traînées de rayons qui partent du Volcan comme d'un centre commun"

*) Guettard's Abhandlung über die ausgebrannten Vulkane wurde 1752, also drei Jahre vor La Condamine's Reise nach Italien, in der Akademie verlesen; aber erst 1756, also während der italiänischen Reise des Astronomen, gedruckt.

Der Antisana hat einen Feuerausbruch *) im Jahre 1590 und einen anderen im Anfange des vorigen Jahrhunderts, wahrscheinlich 1728, gehabt. Nahe dem Gipfel an der nord-nord-östlichen Seite bemerkt man eine schwarze Felsmasse, auf der selbst frisch gefallener Schnee nicht haftet. An diesem Punkte sah man im Frühjahr 1801 mehrere Tage lang, zu einer Zeit, wo der Gipfel auf allen Seiten völlig frei von Gewölk war, eine schwarze Rauchsäule aufsteigen. Wir gelangten, Bonpland, Carlos Montufar und ich, am 16. März 1802 auf einer Felsgräte, die mit Bimsstein und schwarzen, basaltartigen Schlacken bedeckt war, in der Region des ewigen Schnees bis 2837 Toisen, also 2213 Fuß höher als der Montblanc. Der Schnee war, was unter den Tropen so selten ist, fest genug, um uns an mehreren Punkten neben der Felsgräte zu tragen (Luft-Temperatur — 1°,8 bis + 1°,4 Cent.). An dem mittägigen Abhange, welchen wir nicht bestiegen, an der Piedra de azufre, wo sich Gestein-Schalen bisweilen durch Verwitterung von selbst ablösen, findet man reine Schwefelmassen von 10 bis 12 Fuß Länge und 2 Fuß Dicke; Schwefelquellen fehlen in der Umgegend.

Obgleich in der östlichen Cordillere der Vulkan Antisana und besonders sein westlicher Abhang (von Ansango und Pinantura gegen das Dörfchen Pedregal hin) durch den ausgebrannten Vulkan Passuchoa †) mit seinem weit erkennbaren Krater (la Peila), durch den Nevado Sinchulahua und den niedrigeren Ruminaui vom Cotopaxi getrennt sind; so ist doch eine gewisse Aehnlichkeit zwischen den Gebirgsarten beider Colosse. Vom Quinche an hat die ganze östliche Andeskette Obsidian hervorgebracht; und doch gehören el Quinche, Antisana und Passuchoa zu dem Bassin, in welchem die Stadt Quito liegt, während Cotopaxi ein anderes Bassin begrenzt: das von Lactacunga, Hambato und Riobamba. Der kleine Bergknoten der Altos von Chisinche trennt nämlich, einem Damme gleich, die beiden Becken; und was dieser Kleinheit wegen auffallend genug ist: die Wasser des nördlichen Abfalles von Chisinche gehen durch die Rios de San Pedro, de Pita und de Guallabamba in die Südsee, wenn die des südlichen Abhanges durch den Rio Alaques und de San Felipe dem Amazonenstrom und dem atlantischen Ocean zufließen. Die Gliederung der Cordilleren durch Bergknoten und Bergdämme (bald niedrig, wie die eben genannten Altos; bald an Höhe gleich dem Montblanc, wie am Wege über den Paso del Assuay) scheint ein neueres und auch minder wichtiges Phänomen zu sein als die Erhebung der getheilten parallelen Bergzüge selbst. Wie der Cotopaxi, der mächtigste aller Vulkane von Quito, viele Analogie in dem Trachyt-Gestein mit dem Antisana darbietet, so findet man auch an den Abhängen des Cotopaxi und in größerer Zahl die Reihen von Felsblöcken (Trümmerzüge) wieder, welche uns oben lange beschäftigt haben.

Es lag den Reisenden besonders daran, diese Reihen bis an ihren Ursprung oder vielmehr bis dahin zu verfolgen, wo sie unter der ewigen Schneedecke verborgen liegen. Wir stiegen an dem südwestlichen Abhange des Vulkans von Mulalo (Mulahalo) aus, längs

30—40 Fuß Breite (s. meine Kleinere Schriften Bd. I. S. 24).

*) La Condamine, Mesure des trois premiers Degrés du Méridien dans l'Hémisphère austral 1751 p. 56.

†) Passuchoa, durch die Meierei el Tambillo vom Atacazo getrennt, erreicht so wenig als der letztere die Region des ewigen Schnees. Der hohe Rand des Kraters, la Peila, ist gegen Westen eingestürzt, tritt aber gegen Osten amphitheatralisch hervor. Die Sage geht, daß am Ende des sechzehnten Jahrhunderts der vormals thätige Passuchoa bei Gelegenheit einer Eruption des Pichincha für immer zu speien aufgehört habe: was die Communication zwischen den Essen der einander gegenüberstehenden östlichen und westlichen Cordilleren bestätigt. Das eigentliche Bassin von Quito, dammartig geschlossen: im Norden durch einen Bergknoten zwischen Cotocachi und Imbaburo, gegen Süden durch die Altos de Chisinche (zwischen 0° 20′ N und 0° 40′ S); ist großentheils der Länge nach getheilt durch den Bergrücken von Ichimbio und Poingasi. Oestlich liegt das Thal von Puembo und Chillo, westlich die Ebene von Inaquito und Turubamba. In der östlichen Cordillere folgen von Norden gegen Süden Imbaburo, die Faldas de Guamani und Antisana, Sinchulahua und die senkrechte, mit thurmartigen Zacken gekrönte, schwarze Mauer von von Ruminaui (Stein-Auge); in der westlichen Cordillere folgen Cotocachi, Casitagua, Pichincha, Atacazo, Corazon: auf dessen Abhang die prachtvolle Alpenpflanze, der rothe Ranunculus Gusmani, blüht. Es schien mir hier der Ort, von einem für die vulkanische Geologie so wichtigen, classischen Boden mit wenigen Zügen eine, aus eigener Ansicht geschöpfte, morphologische Darstellung der Reliefform zu geben.

dem Rio Alaques, der sich aus dem Rio de los Baños und dem Rio Barrancas bildet, nach Pansache (11322 Fuß) aufwärts, wo wir die geräumige Casa del Paramo in der Grasebene (el Pajonal) bewohnten. Obgleich sporadisch bis dahin viel nächtlicher Schnee gefallen war, so gelangten wir doch östlich von dem vielberufenen Inga-Kopf (Cabeza del Inga) erst in die Quebrada und Reventazon de las Minas, und später noch östlicher über das Alto de Suniguaicu bis zur Schlucht des Löwenberges (Puma-Urcu), wo das Barometer doch nur erst eine Höhe von 2263 Toisen oder 13578 Fuß anzeigte. Ein anderer [illegible], den wir aber bloß aus der Entfernung sahen, hat sich vom östlichen Theile des mit Schnee bedeckten Aschenkegels gegen den Rio Negro (Zufluß des Amazonenstromes) und gegen Valle vicioso hin bewegt. Ob diese Blöcke als glühende, nur an den Rändern [illegible] Schlackenmassen, — bald eckig, bald rundlich, von 6—8 Fuß Durchmesser, [illegible], wie es die des Antisana sind, — alle aus dem Gipfel-Krater zu [illegible] ausgeworfen, an den Abhang des Cotopaxi herabgefallen und durch den [illegible] in ihrer Bewegung beschleunigt worden sind; oder [illegible] zu kommen, aus Seitenspalten des Vulkans ausgestoßen wurden, [illegible] andeuten würde: bleibt ungewiß. Von Suniguaicu und [illegible] zurückkehrend, untersuchten wir den langen und breiten [illegible] von NW [illegible] SO [illegible], den Cotopaxi mit dem Nevado de Quelendaña [illegible] Blöcke, und das Ganze scheint eine dammartige [illegible] der kleine Kegelberg el Morro und, dem hufeisenförmigen [illegible], wie auch zwei kleine Seen (Lagunas de Yauricocha [illegible]. Das Gestein des Morro und der ganzen linearen vulkanischen [illegible], in achtzöllige Schichten abgesondert, [illegible] fielen. Von eigentlichen Lavaströmen war nirgends [illegible].

[illegible] Bouguer (Figure de la Terre p. LXVIII; vgl. auch La Condamine, Journal du Voy. à l'Equateur p. 159), "une nouvelle bouche vers le milieu de la partie continuellement neigée, pendant que la flamme sortoit toujours par le haut du cône tronque." Ganz oben, nahe dem Gipfel, erkennt man einige horizontale, einander parallele, aber ununterbrochene, schwarze Streifen. Durch das Fernrohr bei verschiedener Beleuchtung betrachtet, schienen sie mir Felsgrate zu sein. Dieser ganz obere Theil ist steiler, und bildet fast nahe an der Abstumpfung des Kegels einen mauerartigen, doch nicht in großer Ferne mit bloßen Augen sichtbaren Ring von ungleicher Höhe. Meine Beschreibung dieser, fast senkrechten, obersten Umwallung hat schon lebhaft die Aufmerksamkeit zweier ausgezeichneter Geologen, Darwin (Volcanic Islands 1844 p. 83) und Dana (Geology of the U. S. Explor. Exped. 1849 p. 356) auf sich gezogen. Die Vulkane der Galapagos-Inseln, Diana Peak auf St. Helena, Teneriffa und Cotopaxi zeigen analoge Bildungen. Der höchste Punkt, dessen Höhenwinkel ich bei der trigonometrischen Messung am Cotopaxi bestimmte, lag in einer schwarzen Gesteinswand. Vielleicht ist es die innere Wand des höheren, entfernteren Kraterrandes; oder wird die Schneelosigkeit des hervortretenden Gesteins zugleich durch Steilheit und Krater-Wärme veranlaßt? Im Herbst des Jahres 1800 sah man in einer Nacht den ganzen oberen Theil des Aschenkegels leuchten, ohne daß eine [illegible] oder auch nur ein Ausstoßen von sichtbaren Dämpfen darauf folgten. Dagegen hatte bei dem heftigen Ausbruch des Cotopaxi vom 4. Januar 1803, wo während meines Aufenthalts an der Südsee-Küste das [illegible] des Vulkans die Fensterscheiben im Hafen [illegible] geogr. Meilen Entfernung erzittern ließ, der Aschenkegel ganz seinen Schnee verloren, [illegible] einen drohend verheißenden Anblick dar. War [illegible] Durchwärmung je vorher bemerkt worden? Auch

Wenn auf der bimssteinreichen Insel **Lipari**, nördlich von Caneto, aus dem wohlerhaltenen, ausgebrannten Krater des Monte di Campo Bianco ein Lavastrom von Bimsstein und Obsidian sich gegen das Meer herabzieht, in welchem die Fasern der ersten Substanz merkwürdig genug der Richtung des Stromes parallel laufen*), so bieten dagegen, nach meiner Untersuchung der örtlichen Verhältnisse, die ausgedehnten Bimsstein-Brüche eine Meile von Lactacunga eine Analogie mit jenem Vorkommen auf Lipari dar. Diese Brüche, in denen der Bimsstein, in horizontale Bänke getheilt, ganz das Ansehen von einem anstehenden Gesteine hat, erregten schon (1737) das Erstaunen von Bouguer. †) "On ne trouve", sagt er, "sur les montagnes volcaniques que de simples fragments de pierre-ponce d'une certaine grosseur; mais à 7 lieues au sud du Cotopaxi, dans un point qui répond à notre dixième triangle, la pierre-ponce forme des rochers entiers; ce sont des bancs parallèles de 5 à 6 pieds d'épaisseur dans un espace de plus d'une lieue carrée. On n'en cannoît pas la profondeur. Qu'on s'imagine, quel feu il a fallu pour mettre en fusion cette masse énorme, et dans l'endroit même où elle se trouve aujourd'hui: car on recannoît aisément qu'elle n'a pas été dérangée et qu'elle s'est refroidie dans l'endroit où elle a été liquifiée. On a dans les environs profité du voisinage de cette immense carrière: car la petite ville de Lactacunga, avec de

---

in der neuesten Zeit, wie uns die vortreffliche, kühne, erdumwandernde Frau **Ida Pfeiffer** lehrt (Meine zweite Weltreise Bd. III. S. 170), hat Anfang Aprils 1854 der Cotopaxi einen heftigen Ausbruch von dicken Rauchsäulen gehabt, „durch die sich das Feuer gleich **blitzenden** Flammen schlängelte". Sollte das Licht-phänomen Folge des durch Verdampfung erregten vulkanischen Gewitters gewesen sein? Die Ausbrüche sind häufig seit 1851.

Je regelmäßiger die Figur des schneebedeckten, abgestumpften Kegels selbst ist, desto auffallender ist an der unteren Grenze der ewigen Schneeregion, da, wo die Kegelform beginnt, im Südwesten des Gipfels, die Erscheinung einer grotesk-zackigen, drei- bis vierspickigen, kleinen Gesteinmasse. Der Schnee bleibt wahrscheinlich wegen ihrer Steilheit nur fleckenweise auf derselben liegen. Ein Blick auf meine Abbildung (Atlas pittoresque du Voyage Pl. X.) stellt das Verhältniß zum Aschenkegel am deutlichsten dar. Ich habe mich dieser schwarzgrauen, wahrscheinlich basaltischen Gesteinmasse am meisten in der Quebrada und Reventazon de Minas genähert. Obgleich in der ganzen Provinz seit Jahrhunderten dieser weit sichtbare Hügel, sehr fremdartigen Anblicks, allgemein la Cabeza del Inga genannt wird, so herrschen doch über seinen Ursprung unter den farbigen Eingeborenen (Indios) zwei sehr verschiedene Hypothesen: nach der einen wird bloß behauptet, ohne Angabe der Zeit, in der die Begebenheit vorgefallen sei, daß der Fels der herabgestürzte Gipfel des, einst in eine Spitze endigenden Vulkans sei; nach einer anderen Hypothese wird die Begebenheit in das Jahr (1533) verlegt, in welchem der Inca Atahuallpa in Caxamarca erdrosselt wurde: und so mit dem, in demselben Jahre erfolgten, von Herrera beschriebenen, furchtbaren Feuerausbruche des Cotopaxi, wie auch mit der dunklen Prophezeiung von Atahuallpa's Vater, Huayna Capac, über den nahen Untergang des peruanischen Reichs in Beziehung gesetzt. Sollte das, was beiden Hypothesen gemeinsam ist: die Ansicht, daß jenes Felsenstück vormals die Endspitze des Kegels bildete, der traditionelle Nachklang oder die dunkle Erinnerung einer wirklichen Begebenheit sein? Die Eingeborenen, sagt man, würden bei ihrer Uncultur wohl Thatsachen auffassen und im Gedächtniß bewahren, aber sich nicht zu geognostischen Combinationen erheben können. Ich bezweifle die Richtigkeit dieses Einwurfs. Die Idee, daß ein abgestumpfter Kegel „seine Spitze verloren", sie unzertrümmert weggeschleudert habe, wie bei späteren Ausbrüchen große Blöcke ausgeworfen wurden: kann sich auch bei großer Uncultur darbieten. Die Treppen-Pyramide von Cholula, ein Bauwerk der Tolteken, ist abgestumpft. Es war den Eingeborenen ein Bedürfniß sich die Pyramide als ursprünglich vollendet zu denken. Es wurde die Mythe ersonnen, ein Aërolith, vom Himmel gefallen, habe die Spitze zerstört; ja Theile des Aëroliths wurden den spanischen Conquistadoren gezeigt. Wie kann man dazu den ersten Ausbruch des Vulkans Cotopaxi in eine Zeit versetzen, wo der Aschenkegel (Resultat einer Reihe von Eruptionen) schon vorhanden gewesen sein soll? Mir ist es wahrscheinlich, daß die Cabeza del Inga an der Stelle, welche sie jetzt einnimmt, entstanden ist; daß sie dort erhoben wurde: wie am Fuß des Chimborazo der Yana-Urcu, wie am Cotopaxi selbst der Morro südlich von Suniguaicu und nordwestlich von der kleinen Lagune **Yuracocha** (im Qquechhua: weißer See).

Ueber den Namen des **Cotopaxi** habe ich im 1sten Bande meiner Kleineren Schriften (S. 463) gesagt, daß nur der erste Theil desselben sich durch die Qquechhua-Sprache deuten lasse, indem er das Wort cotto, Haufe, sei; daß aber pacsi unbekannt sei. La Condamine deutet (p. 53) den ganzen Namen des Berges, indem er sagt: "le nom signifie en langue des Incas *masse brillante*." Buschmann bemerkt aber, daß dabei an die Stelle von pacsi das, davon gewiß ganz verschiedene Wort pacsa gesetzt worden sei, welches: Glanz, Schein, besonders den sanften des Mondes, bedeutet; um **glänzende Masse** auszudrücken, müßte dazu nach dem Geiste der Qquechhua-Sprache die Stellung beider Wörter die umgekehrte sein: pacsacotto.

*) Friedrich **Hoffmann** in **Poggendorff's** Annalen Bd. XXVI. 1832 S. 48.

†) **Bouguer**, Figure de la Terre p. LXVIII. Wie oft ist seit dem Erdbeben vom 19. Juli 1698 das Städtchen Lactacunga zerstört und von Bimsstein-Quadern aus den unterirdischen Steinbruchen von Zumbalica wieder aufgebaut worden! Nach historischen Documenten, welche mir bei meiner Anwesenheit aus alten Abschriften oder aus neueren, theilweise geretteten Documenten des Stadt-Archives mitgetheilt wurden, traten die Zerstörungen ein: in den Jahren 1703, 1736, 9. December 1742, 30. November 1744, 22. Februar 1757, 10. Februar 1766 und 4. April 1768: also siebenmal in 65 Jahren! Im Jahr 1802 fand ich noch vierfünftel der Stadt in Trümmern, in Folge des großen Erdbebens von Riobamba am 4. Februar 1797.

[illegible] la pierre-ponce depuis le tremblement de [illegible]

[illegible] Dorfe San Felipe, in den Hügeln von [illegible] Fuß über der Hochebene und 9372 Fuß über der [illegible] Bimsstein-Schichten sind also fünf- bis sechs- [illegible] architectonisch schönen, durch häufige [illegible] des Marqués de Maenza (am Fuß des Coto- [illegible] Die unterirdischen Brüche sind von den [illegible] und Cotopaxi zugleich entfernt: von ersterem 8 [illegible] Man gelangt zu ihnen durch einen [illegible] daß man aus den horizontalen, festen Schichten, von [illegible] vierkantige, durch keine [illegible] könnte. Der Bimsstein, theils [illegible] von seidenartigem Glanze. Die [illegible] und zeigen dann eine sonderbare [illegible] rundliche Brocken von fein- [illegible] zum Einschlusse krümmen. [illegible] Tafeln, weiße Oligoklas- [illegible] zerstreut: dagegen fehlt ganz [illegible] im Bimsstein vorkommt. [illegible] sehr verschieden *): er ist [illegible] Magnesia-Glimmer ist aber nicht [illegible] des Trachyts †) vom Cotopaxi [illegible] scheint der Bimsstein ganz zu [illegible] von Zumbalica keine Spur, aber [illegible] von muschligem Bruch in bläulich [illegible] unter den vom Cotopaxi ausgestoße- [illegible] Fragmente davon werden in der königlichen [illegible] Die hier beschriebenen Bimsstein-Brüche, [illegible] scheinen daher ihrer mineralogischen [illegible] zu sein, und mit demselben nur in dem [illegible] von Pasto und Quito mit dem, viele [illegible] vulkanischen Heerde der Aequatorial-Cordilleren [illegible] das Innere eines eigenen Erhebungs- [illegible] Umwälzungen, welche die Ober- [illegible] oder sind sie bei den ältesten Faltungen [illegible] Ruhe abgelagert worden? Denn [illegible] wie sie sich bei den vulkanischen [illegible] oft zeigen, ist mit noch größeren [illegible]

---

*) [illegible] schwarz, fast basaltartig, mit großen [illegible] welche glänzende Wandungen haben. [illegible] Oligoklas liegt darin scharf begrenzt: [illegible] sehr deutlich auf den Sp[illegible] [illegible] Krystallen bald ist er klein und [illegible] Die wesentlich eingemengten [illegible] und schwärzlich-grün, und von [illegible] Größe. Selten und wohl nur zufäl- [illegible] sind dunkle Glimmer-Blättchen und [illegible] glänzende Körner von Magneteisen. [illegible] einer oligoklasreichen Masse lagert etwas [illegible] Schwefel, wohl abgesetzt von den alles durch- [illegible] Schwefeldämpfen.

Dieselben Fragen regt die große, von allem intumescirten vulkanischen Gerüste entfernte Masse von Bimsstein an, die ich in der Cordillere von Pasto zwischen Mamendoy und dem Cerro del Pulpito, neun geographische Meilen nördlich vom thätigen Vulkan von Pasto, am Rio Mayo fand. Leopold von Buch hat auch auf einen ähnlichen, von Meyen beschriebenen, ganz isolirten Ausbruch von Bimsstein, der als Gerölle einen 300 F. hohen Hügel bildet, in Chili, östlich von Valparaiso, bei dem Dorfe Tollo, aufmerksam gemacht. Der im Aufsteigen Juraschichten erhebende Vulkan Maypo ist noch zwei volle Tagereisen von diesem Bimsstein-Ausbruch entfernt.*) Auch der preußische Gesandte in Washington, Friedrich von Gerolt, dem wir die ersten geognostisch colorirten Karten von Mexico verdanken, erwähnt „einer unterirdischen Gewinnung von Bimsstein zu Bauten" bei Huichapa, 8 geogr. Meilen südöstlich von Queretaro, fern von allen Vulkanen.†) Der geologische Erforscher des Caucasus, Abich, ist zufolge seiner eigenen Beobachtungen zu glauben geneigt, daß am nördlichen Abfall der Centralkette des Elburuz die mächtige Eruption von Bimsstein bei dem Dorfe Tschegem, in der kleinen Kabarda, als eine Spaltenwirkung viel älter sei wie das Aufsteigen des, sehr fernen, eben genannten Kegelberges.

Wenn demnach die vulkanische Thätigkeit des Erdkörpers durch Ausstrahlung der Wärme gegen den Weltraum bei Verminderung seiner ursprünglichen Temperatur und im Zusammenziehen der oberen erkaltenden Schichten Spalten und Faltungen (fractures et rides), also gleichzeitig Senkung der oberen und Emportreibung der unteren Theile ‡), erzeugt; so ist natürlich als Maaß und Zeugen dieser Thätigkeit in den verschiedenen Regionen der Erde die Zahl der erkennbar gebliebenen, aus den Spalten aufgetriebenen, vulkanischen Gerüste (der geöffneten Kegel- und domförmigen Glockenberge) betrachtet worden. Man hat mehrfach und oft sehr unvollkommen diese Zählung versucht; Auswurfs-Hügel und Solfataren, die zu einem und demselben Systeme gehören, wurden als besondere Vulkane aufgeführt. Die Größe der Erdräume, welche bisher im Inneren der Continente allen wissenschaftlichen Untersuchungen verschlossen bleiben, ist für die Gründlichkeit dieser Arbeit ein nicht so bedeutendes Hinderniß gewesen, als man gewöhnlich glaubt, da Inseln und den Küsten nahe Regionen im ganzen der Hauptsitz der Vulkane sind. In einer numerischen Untersuchung, welche nach dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse nicht zum völligen Abschluß gebracht werden kann, ist schon viel gewonnen, wenn man zu einem Resultat gelangt, das als eine untere Grenze zu betrachten ist; wenn mit großer Wahrscheinlichkeit bestimmt werden kann, auf wie vielen Punkten das flüssige Innere der Erde noch in historischer Zeit mit der Atmosphäre in lebhaftem Verkehr geblieben ist. Eine solche Lebhaftigkeit äußert sich dann und meist gleichzeitig in Ausbrüchen aus vulkanischen Gerüsten (Kegelbergen), in der zunehmenden Wärme

*) "Le Volcan de Maypo (lat. austr. 34° 15'), qui n'a jamais rejeté de ponces, est encore éloigné de deux journées de la colline de Tollo, de 300 pieds de hauteur et toute composée de ponces qui renferment du feldspath vitreux, des cristaux bruns de mica et de petits fragments d'obsidienne. C'est doné une éruption (independente) isolée tout au pied des Andes et près de la plaine." Léopold de Buch. Description phys. des Iles Canaries 1836 p. 470.

†) Frederico de Gerolt, Cartas geognosticas de los principales distritos minerales de Mexico 1827 p. 5.

‡) Vergl. über Erstarrung und Bildung der Erdrinde Kosmos I. Buch S. 87—88. Die Versuche von Bischof, Charles Deville und Delesse haben über die Faltung des Erdkörpers ein neues Licht verbreitet. Vergl. auch die älteren sinnreichen Betrachtungen von Babbage bei Gelegenheit seiner thermischen Erklärung des Problems, welches der Serapis-Tempel nördlich von Puzzuoli darbietet, im Quarterly Journal of the Geological Soc. of London Vol. III. 1847 p. 186; Charles Deville sur la diminution de densité dans les roches en passant de l'état cristallin à l'état vitreux, in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XX. 1845 p. 1453; Delesse sur les effets de la fusion, T. XXV. 1847 p. 545; Louis Frapolli sur le caractère géologique, im Bulletin de la Soc. géol. de France, 2me Série T. IV. 1847 p. 627; und vor allem Elie de Beaumont in seinem wichtigen Werke Notice sur les systèmes de Montagnes 1852 T. III. Folgende drei Abschnitte verdienen eine besondere Aufmerksamkeit der Geologen: Considérations sur les soulèvements dûs à une diminution lente et progressive du volume de la terre p. 1330; sur *l'écrasement transversal*, nommé *refoulement* par Saussure, comme une des causes de l'élévation des chaînes de montagnes, p. 1317, 1333 und 1346; sur la contraction que les roches fondues éprouvent en cristallisant, tendant dès le commencement du refroidissement du globe à rendre sa masse interne plus petite que la capacité de son enveloppe extérieure, p. 1235.

und Entzündlichkeit der Thermal- und Naphtha-Quellen, in der vermehrten Ausdehnung der Erschütterungskreise: Erscheinungen, welche alle in innigem Zusammenhange und in gegenseitiger Abhängigkeit von einander stehen.*) Leopold von Buch hat auch hier wieder das große Verdienst, in den Nachträgen zu der physicalischen Beschreibung der canarischen Inseln, zum ersten Male unternommen zu haben die Vulkan-Systeme des ganzen Erdkörpers, nach gründlicher Unterscheidung von Central- und Reihen-Vulkanen, unter Einen kosmischen Gesichtspunkt zu fassen. Meine eigene neueste und schon darum wohl vollständigere Aufzählung, nach Grundsätzen unternommen, welche ich oben (S. 764 und 778) bezeichnet: alle ungeöffnete Glockenberge, bloße Ausbruch-Kegel ausschließend; giebt als wahrscheinliche untere Grenzzahl (nombre limite inférieur) ein Resultat, das von allen früheren beträchtlich abweicht. Sie strebt die Vulkane zu bezeichnen, welche thätig in die historische Zeit eingetreten sind.

Es ist mehrfach die Frage angeregt worden, ob in den Theilen der Erdoberfläche, in welchen die meisten Vulkane zusammengedrängt sind und wo die Reaction des Erd-Inneren auf die starre (feste) Erdrinde sich am thätigsten zeigt, der geschmolzene Theil vielleicht der Oberfläche näher liege? Welches auch der Weg ist, den man einschlägt, die mittlere Dicke der festen Erdkruste in ihrem Maximum zu bestimmen: sei es der rein mathematische, welchen die theoretische Astronomie eröffnen soll †); oder der einfachere, welcher auf das Gesetz der mit der Tiefe zunehmenden Wärme in dem Schmelzungsgrade der Gebirgsarten gegründet ist ‡): so bietet die Lösung dieses Problems doch noch eine große Zahl jetzt unbestimmbarer Größen dar. Als solche sind zu nennen: der Einfluß eines ungeheuren Druckes auf die Schmelzbarkeit; die so verschiedene Wärmeleitung heterogener Gebirgsarten; die sonderbare, von Edward Forbes behandelte Schwächung der Leitungsfähigkeit bei großer Zunahme der Temperatur; die ungleiche Tiefe des oceanischen Beckens; die localen Zufälligkeiten in dem Zusammenhange und der Beschaffenheit der Spalten, welche zu dem flüssigen Inneren hinabführen! Soll die größere Nähe der oberen Grenzschicht des flüssigen Inneren in einzelnen Erdregionen die Häufigkeit der Vulkane und den mehrfacheren Verkehr zwischen der Tiefe und dem Luftkreise erklären, so kann allerdings diese Nähe wiederum abhängen: entweder von dem relativen mittleren Höhen-

---

*) "Les eaux chaudes de Saragyn à la hauteur de 5260 pieds sont remarquables par le rôle que joue le gaz acide carbonique qui les traverse à l'époque des tremblements de terre. Le gaz à cette époque, comme l'hydrogène carboné de la presqu'île d'Apchéron, augmente de volume et s'échauffe avant et pendant les tremblements de terre dans la plaine d'Ardebil. Dans la presqu'île d'Apchéron la température s'élève de 20° jusqu'à l'inflammation spontanée au moment et à l'endroit d'une éruption ignée, pronostiquée toujours par des tremblements de terre dans les provinces de Chémakhi et d'Apchéron." Abich in den Mélanges physiques et chimiques T. II. 1855 p. 364 und 365. Vgl. Kosmos 4. Buch S. 727.

†) W. Hopkins, Researches on physical Geology in den Philos. Transact. for 1839 P. II. p. 311, for 1840 P. I. p. 193, for 1842 P. I. p. 43; auch über die erforderlichen Verhältnisse der Stabilität der äußeren Erdoberfläche: Theory of Volcanos im Report of the 17th meeting of the British Association 1847 p. 45—49.

‡) Kosmos 4. Buch S. 653—656; Naumann, Geognosie Bd. I. S. 66—76; Bischof, Wärmelehre S. 382; Lyell, Principles of Geology 1853 p. 536 bis 547 und 562. — In der sehr lehrreichen und anmuthigen Schrift Souvenirs d'un Naturaliste par A. de Quatrefages 1854 T. II. p. 464 wird die obere Grenze der flüssigen geschmolzenen Schichten bis auf die geringe Tiefe von 20 Kilometern heraufgerückt: "puisque la plupart des Silicates fondent déjà à 666° cent." „Die geringe Angabe," bemerkt Gustav Rose, „beruht auf einem Irrthum. Die Temperatur von 1300°, welche Mitscherlich als Schmelzpunkt des Granits angegeben (Kosmos 1. Buch S. 18), ist gewiß das Minimum, was man annehmen kann. Ich habe mehrmals Granit auf die heißesten Stellen des Porzellan-Ofens legen lassen, und immer schmolz derselbe unvollständig. Nur der Glimmer schmilzt dann mit dem Feldspath zu einem blasigen Glase zusammen; der Quarz wird undurchsichtig, schmilzt aber nicht. So ist es mit allen Gebirgsarten, die Quarz enthalten; und man kann sogar dieses Mittel anwenden, um Quarz in Gebirgsarten zu entdecken, wo seine Menge so gering ist, daß man ihn mit bloßen Augen nicht erkennen kann: z. B. bei dem Syenit des Plauenschen Grundes, und im Diorit, den wir gemeinschaftlich 1829 von Alapajewsk im Ural gebracht haben. Alle Gesteine, welche keinen Quarz und überhaupt keine so kieselsäure-reichen Mineralien enthalten als der Granit: z. B. der Basalt, schmelzen leichter als Granit im Porzellanfeuer zu einem vollkommenen Glase; aber nicht über der Spiritusflamme mit doppeltem Luftzuge, die doch gewiß eine Temperatur von 666° hervorzubringen im Stande ist." In Bischof's merkwürdigen Versuchen, bei dem Gießen einer Basaltkugel, schien selbst der Basalt nach einigen hervorstechenden Phänomenen eine 165° R. höhere Temperatur als der Schmelzpunkt des Kupfers zu erfordern (Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers S. 473).

Unterschiede des Meeresbodens und der Continente; oder von der ungleichen senkrechten Tiefe, in welcher unter verschiedenen geographischen Längen und Breiten sich die Oberfläche der geschmolzenen, flüssigen Masse befindet. Wo aber fängt eine solche Oberfläche an? giebt es nicht Mittelgrade zwischen vollkommener Starrheit und vollkommener Verschiebbarkeit der Theile? Uebergänge, die bei den Streitigkeiten über den Zustand der Zähigkeit einiger plutonischer und vulkanischer Gebirgs-Formationen, welche an die Oberfläche erhoben worden, so wie bei der Bewegung der Gletscher oft zur Sprache gekommen sind? Solche Mittelzustände entziehen sich einer mathematischen Betrachtung eben so sehr wie der Zustand des so genannten flüssigen Inneren unter einer ungeheuren Compression. Wenn es schon an sich nicht ganz wahrscheinlich ist, daß die Wärme überall fortfahre mit der Tiefe in arithmetischer Progression zu wachsen, so können auch locale Zwischen-Störungen eintreten, z. B. durch unterirdische Becken (Höhlungen in der starren Masse), welche von Zeit zu Zeit von unten theilweise mit flüssiger Lava und darauf ruhenden Dämpfen angefüllt sind. *) Diese Höhlungen läßt schon der unsterbliche Verfasser der Protogäa eine Rolle spielen in der Theorie der abnehmenden Centralwärme: "Postremo credibile est contrahentem se refrigeratione crustam *bullas* reliquisse, ingentes pro rei magnitudine, id est sub vastis fornicibus *cavitates*." †) Je unwahrscheinlicher es ist, daß die Dicke der schon erstarrten Erdkruste in allen Gegenden dieselbe sei, desto wichtiger ist die Betrachtung der Zahl und der geographischen Lage der noch in historischen Zeiten geöffnet gewesenen Vulkane. Eine solche Betrachtung der Geographie der Vulkane kann nur durch oft erneuerte Versuche vervollkommnet werden.

I. Europa.

Aetna, Volcano in den Liparen, Stromboli, Ischia, Vesuv, Santorin, Lemnos: alle zum großen Becken des mittelländischen Meeres, aber zu den europäischen Ufern desselben, nicht zu den afrikanischen, gehörig; alle 7 Vulkane in bekannten historischen Zeiten noch thätig; der brennende Berg Moschylos auf Lemnos, welchen Homer den Lieblingssitz des Hephästos nennt, erst nach den Zeiten des großen Macedoniers sammt der Insel Chryse durch Erdstöße zertrümmert und in den Meeresfluthen versunken (Kosmos 1. B. S. 128; Ukert, Geogr. der Griechen und Römer Th. II. Abth. 1. S. 198). Die große, seit fast 1900 Jahren (186 vor Chr. bis 1712 unserer Zeitrechnung) sich mehrmals wiederholende Hebung der drei Kaminen in der Mitte des Golfs von Santorin (theilweise umschlossen von Thera, Therasia und Aspronisi) hat bei dem Entstehen und Verschwinden auffallende Aehnlichkeit gehabt mit dem, freilich sehr kleinen Phänomen der temporären Bildung der Insel, welche man Graham, Julia und Ferdinandea nannte, zwischen Sciacca und Pantellaria. Auf der Halbinsel Methana, deren wir schon oft erwähnt (Kosmos 1. B. S. 125, 4. B. Seite 273), sind deutliche Spuren vulkanischer Ausbrüche im rothbraunen Trachyt, der aus dem Kalkstein aufsteigt bei Kaïmenochari und Kaïmeno (Curtius, Pelop. 2. B. S. 439).

Vor-historische Vulkane mit frischen Spuren von Lava-Erguß aus Krateren sind, von Norden nach Süden aufgezählt: die der Eifel (Mosenberg, Gerolbstein) am nördlichsten; der große Erhebungs-Krater, in welchem Schemnitz liegt; Auvergne (Chaîne des Puys oder der Monts Dômes, le Cône du Cantal, les Monts-Dore); Vivarais, in welchem die alten Laven aus Gneiß ausgebrochen sind (Coupe d'Aysac und Kegel von Montpezat);

*) Kosmos 4. Buch S. 724. Vergl. auch über die ungleiche Verbreitung des Eisbodens und die Tiefe, in der er beginnt, unabhängig von der geographischen Breite, die merkwürdigen Beobachtungen von Capt. Franklin, Erman, Kupffer und vorzüglich von Middendorff a. a. O. S. 42, 47 und 167.

†) Leibnitz in der Protogaea § 4.

Velay: Schlacken-Ausbrüche, von denen keine Laven ausgehen; die Euganeen; das Albaner-Gebirge, Rocca Monfina und Vultur bei Teano und Melfi; die ausgebrannten Vulkane um Olot und Castell Follit in Catalonien*); die Inselgruppe las Columbretes nahe der Küste von Valencia (die sichelförmige größere Insel Colubraria der Römer: auf der Montcolibre, nach Capt. Smyth Br. 39° 54′, voll Obsidians und zelligen Trachyts); die griechische Insel Nisyros, eine der karpathischen Sporaden: von ganz runder Gestalt, in deren Mitte auf einer Höhe von 2130 F. nach Roß ein umwallter, tiefer Kessel mit einer stark detonirenden Solfatare liegt, aus welcher einst strahlförmig, jetzt kleine Vorgebirge bildende Lavaströme sich in das Meer ergossen, vulkanische Mühlsteine liefernd noch zu Strabo's Zeit (Roß, Reisen auf den griech. Inseln 2. B. S. 69 und 72—78). Für die britischen Inseln sind hier wegen des Alters der Formationen noch zu erwähnen die merkwürdigen Einwirkungen unterseeischer Vulkane auf die Schichten der Unter-Silur-Formation (Llandeilo-Bildung), indem vulkanische zellige Fragmente in diese Schichten eingebacken sind, und nach Sir Roderick Murchison's wichtiger Beobachtung selbst eruptive Trappmassen in den Corndon-Bergen in unter-silurische Schichten eindringen (Shropshire und Montgomeryshire †); die Gang-Phänomene der Insel Arran: und die anderen Punkte, in denen das Einschreiten vulkanischer Thätigkeit sichtbar ist, ohne daß Spuren eigener Gerüste aufgefunden werden.

II. Inseln des atlantischen Meeres.

Vulkan Esk auf der Insel Jan Mayen: von dem verdienstvollen Scoresby erstiegen und nach seinem Schiffe benannt; Höhe kaum 1500 F. Ein offner, nicht entzündeter Gipfel-Krater; pyroxen-reicher Basalt und Traß.

Südwestlich vom Esk, nahe bei dem Nordcap der Eier-Insel, ein anderer Vulkan, der im April 1818 von 4 zu 4 Monaten hohe Aschen-Ausbrüche zeigte.

Der 6448 F. hohe Beerenberg, in dem breiten nordöstlichen Theile von Jan Mayen (Br. 71° 4′), ist nicht als Vulkan bekannt. ||)

Vulkane von Island: Oeräfa, Hekla, Rauda-Kamba....

Vulkan der azorischen Insel Pico||): großer Lava-Ausbruch vom 1. Mai bis 5. Juni 1800

Pic von Teneriffa

Vulkan von Fogo§), einer der capverdischen Inseln

Vorhistorische vulkanische Thätigkeit: Es ist dieselbe auf Island weniger bestimmt an gewisse Centra gebunden. Wenn man mit Sartorius von Waltershausen die Vulkane der Insel in zwei Classen theilt, von denen die der einen nur Einen Ausbruch gehabt haben, die der anderen auf derselben Hauptspalte wiederholt Lavaströme ergießen: so sind zu der ersteren Rauda-Kamba, Scaptar, Ellidavatan, südöstlich von Reykjavik....; zu der zweiten, welche eine dauerndere Individualität zeigt, die zwei höchsten Vulkane von Island, Oeräfa (über 6000 Fuß) und Snaefiall, Hekla....zu rechnen. Der Snaefiall ist seit Menschengedenken nicht in Thätigkeit gewesen, während der Oeräfa durch die furchtbaren

*) Ueber Vivarais und Velay s. die neuesten, sehr genauen Untersuchungen von Girard in seinen geologischen Wanderungen Bd. I. (1856) S. 161, 173 und 214. Die alten Vulkane von Olot sind aufgefunden von dem amerikanischen Geologen Maclure 1808, besucht von Lyell 1830, und schön beschrieben und abgebildet von demselben in seinem Manual of Geology 1855 p. 535—542.

†) Sir Rod. Murchison, Siluria p. 20 und 55 bis 58 (Lyell, Manual p. 563).

‡) Scoresby, Account of the arctic regions Vol I. p. 155—169, tab. V und VI.

||) Leopold von Buch, Descr. des Iles Canaries p. 357—369 und Landgrebe, Naturgeschichte der Vulkane 1855 Bd. I. S. 121—136; und über die Umwallungen der Erhebungs-Krater (Caldeiras) auf den Inseln San Miguel, Fayal und Terceira (nach den Karten von Cap. Vidal) Kosmos 4. Buch S. 754. Die Ausbrüche von Fayal (1672) und S. Jorge (1580 und 1808) scheinen von dem Hauptvulkan, dem Pico, abzuhangen.

§) Kosmos 4. Buch S. 765 und 773.

Ausbrüche von 1362 und 1727 bekannt ist (Sart. von Waltershausen, phys. geogr. Skizze von Island S. 108 und 112). — Auf Madera*) können die beiden höchsten Berge: der 5685 Fuß hohe, kegelförmige Pico Ruivo und der wenig niedrigere Pico de Torres, mit schlackigen Laven an den steilen Abhängen bedeckt, nicht als die central wirkenden Punkte der vormaligen vulkanischen Thätigkeit auf der ganzen Insel betrachtet werden, da in vielen Theilen derselben, besonders gegen die Küsten hin, Eruptions-Oeffnungen, ja ein großer Krater, der der Lagoa bei Machico, gefunden werden. Die Laven, durch Zusammenfluß verdickt, sind nicht als einzelne Ströme weit zu verfolgen. Reste alter Dicotyledonen- und Farrn-Vegetation, von Charles Bunbury genau untersucht, finden sich vergraben in gehobenen vulkanischen Tuff- und Lettenschichten, bisweilen von neuerem Basalte bedeckt. — Fernando de Noronha, lat. 3° 50′ S. und 2° 27′ östlich von Pernambuco: eine Gruppe sehr kleiner Inseln; hornblende-haltige Phonolith-Felsen; kein Krater: aber Gangklüfte, gefüllt mit Trachyt und basaltartigem Mandelstein, weiße Tufflagen durchsetzend.†) — Insel Ascension, im höchsten Gipfel 2690 Fuß: Basaltlaven mit mehr eingesprengtem glasigem Feldspath als Olivin und wohl begrenzten Strömen, bis zu dem Ausbruch-Kegel von Trachyt zu verfolgen. Die letztere Gebirgsart von lichten Farben, oft tuffartig aufgelöst, herrscht im Inneren und im Südosten der Insel. Die von Green Mountain ausgeworfenen Schlackenmassen enthalten eingebacken syenit- und granithaltige, eckige Fragmente‡), welche an die der Laven von Jorullo erinnern. Westlich von Green Mountain findet sich ein großer offener Krater. Vulkanische Bomben, theilweis hohl, bis 10 Zoll im Durchmesser, liegen in zahlloser Menge zerstreut umher; auch große Massen von Obsidian. — Sanct Helena: die ganze Insel vulkanisch; im Inneren mehr feldspathartige Lavaschichten; gegen die Küste hin Basaltgestein, von zahllosen Gängen (dikes) durchsetzt: wie am Flagstaff-Hill. Zwischen Diana Park und Nest-Lodge, in der Central-Bergreihe, der halbmondartig gekrümmte, seigere Absturz und Rest eines weiten, zerstörten Kraters, voll Schlacken und zelliger Lava ("the mere wreck ‖) of one great crater is left"). Die Lavenschichten nicht begrenzt, und daher nicht als eigentliche Ströme von geringer Breite zu verfolgen. — Tristan da Cunha (Br. 37° 3′ südl., Lg. 13° 48′ westl.), schon 1506 von den Portugiesen entdeckt; eine zirkelrunde kleine Insel von 1½ geographischen Meilen im Durchmesser, in deren Centrum ein Kegelberg liegt, den Cap. Denham als von ohngefähr 7800 Par. Fuß Höhe und von vulkanischem Gestein zusammengesetzt beschreibt (Dr. Petermann's geogr. Mittheilungen 1855 No. III. S. 84). Südöstlich, aber im 53° südlicher Breite, liegt die, ebenfalls vulkanische Thompsons-Insel; zwischen beiden in gleicher Richtung Gough-Insel, auch Diego Alvarez genannt. Deception Insel, ein schmaler, eng geöffneter Ring (südl. Br. 62° 55′); und Bridgman's-Insel, zu der South Shetlands-Gruppe gehörig: beide vulkanisch, Schichten von Eis, Bimsstein, schwarzer Asche und Obsidian; perpetuirlicher Ausbruch heißer Dämpfe (Kendal im Journal of the Geogr. Soc. Vol. I. 1831 p. 62). Im Februar 1842 sah man die Deception-Insel gleichzeitig an 13 Punkten im Ringe Flammen geben (Dana in der U. St. Explor. Exped. Vol. X. p. 548.) Auffallend ist es, daß, da so viele andere Inseln im atlantischen Meere vulkanisch sind, weder das ganze flache Inselchen St. Paul (Penedo de S. Pedro), einen Grad nördlich vom Aequator (ein wenig blättriger Grünstein-Schiefer, in Serpentin übergehend §);

*) Resultat der Beobachtungen über Madera von Sir Charles Lyell und Hartung im Manual of Geology 1855 p. 515—525.

†) Darwin, Volcanic Islands 1844 p. 23, und Lieut. Lee, Cruise of the U. S. Brig Dolphin 1854 p. 80.

‡) S. die vortreffliche Beschreibung von Ascension in Darwin, Volcanic Islands p. 40 und 41.

‖) Darwin p. 84 und 92: über the great hollow space or valley southward of the central curved ridge, across which the half of the crater must once have extended. It is interesting to trace the steps, by which the structure of a volcanic district becomes obscured and finally obliterated. (Vgl. auch Seale, Geognosy of the Island of St. Helena p. 28.)

§) St. Paul's Rocks. S. Darwin p. 31 — 33 und 125.

[illegible]

II. [illegible]

[illegible]

kegel- und domförmige Gestaltung an Trachytberge mahnten. Der so früh den Naturwissenschaften entzogene Overweg fand in der von ihm durchforschten Gegend von Gudscheba, westlich vom Tsad-See, nach Petermann's Notizen aus den Tagebüchern, olivinreiche, säulenförmig abgetheilte Basaltkegel, welche bald die Schichten des rothen, thonartigen Sandsteins, bald quarzigen Granit durchbrochen haben.

Der große Mangel jetzt entzündeter Vulkane in dem ungegliederten Continente, dessen Küstenländer genugsam bekannt sind, bietet eine sonderbare Erscheinung dar. Sollte es in dem unbekannten Central-Afrika, besonders südlich vom Aequator, große Wasserbecken geben, analog dem See Uniamesi (früher vom Dr Cooley N'yassi genannt), an deren Ufern sich Vulkane, wie der Demavend nahe dem caspischen Meere, erheben? Bisher hat kein Bericht der vielreisenden Eingeborenen uns davon irgend eine Kunde gebracht!

IV. Asien.

a) Der westliche und centrale Theil.

Vulkan von Demavend*): entzündet, aber nach den Berichten von Olivier, Morier und Taylor Thompson (1837) nur mäßig und nicht ununterbrochen rauchend

Vulkan von Medina (Lava-Ausbruch 1276)

Vulkan Djebel el-Tir (Tair oder Tehr): ein Inselberg von 840 Fuß zwischen Lohcia und Massaua im rothen Meere

Vulkan Peschan: nördlich von Kutsche in der großen Bergkette des Thian-schan oder Himmelsgebirges in Inner-Asien; Lava-Ausbrüche in ächt historischer Zeit vom Jahr 89 bis in den Anfang des 7ten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung

Vulkan Hot-scheu, auch bisweilen in der so umständlichen chinesischen Länderbeschreibung Vulkan von Turfan genannt: 30 geogr. Meilen von der großen Solfatara von Urumtsi, nahe dem östlichen Ende des Thian-schan gegen das schöne Obstland von Hami hin.

Der Vulkan Demavend, welcher sich bis zu mehr als 18000 Fuß Höhe erhebt, liegt fast 9 geogr. Meilen von dem südlichen Littoral des caspischen Meeres, in Mazenderan; fast in gleicher Entfernung von Rescht und Asterabad, auf der gegen Herat und Meschid in Westen schnell abfallenden Kette des Hindu-Kho. Ich habe an einem anderen Orte (Asie centrale T. I. p. 124—129, T. III. p. 433—435) wahrscheinlich gemacht, daß der Hindu-Kho von Chitral und Kafiristan eine westliche Fortsetzung des mächtigen, Tibet gegen Norden begrenzenden, das Meridian-Gebirge Bolor im Tsungling durchsetzenden Kuen-lün ist. Der Demavend gehört zum persischen oder caspischen Elburz: Name eines Bergsystems, welchen man nicht mit dem gleichlautenden caucasischen, 7°½ nördlicher und 10° westlicher gelegenen (jetzt Elburuz genannten) Gipfel verwechseln muß. Das Wort Elburz ist eine Verunstaltung von Albordi, dem Weltberge, welcher mit der uralten Cosmogonie des Zendvolkes zusammenhängt.

Wenn bei Verallgemeinerung geognostischer Ansichten über die Richtung der Gebirgs-

*) Die Höhe des Demavend über dem Meere wurde von Ainsworth zu 2298 Toisen angegeben; aber nach Berichtigung einer, wahrscheinlich auf einem Schreibfehler beruhenden Barometer-Höhe (Asie centr. T. III. p. 327) beträgt sie, zufolge der Tafeln von Oltmanns, volle 2914 Toisen. Eine nach etwas größere Höhe, 3141t, geben die, gewiß sehr sicheren Höhenwinkel meines Freundes, des kais. russischen Capitäns Lemm, im Jahre 1839; aber die Entfernung ist nicht trigonometrisch begründet, sondern beruht auf der Voraussetzung, daß der Vulkan Demavend 66 Werste (1 Aequatorial-Grad = 104 3/10 Werst) von Teheran entfernt sei. Es scheint demnach, daß der persische, dem südlichen Ufer des caspischen Meeres so nahe, aber von der colchischen Küste des schwarzen Meeres an 150 geographische Meilen entfernte, mit ewigem Schnee bedeckte Vulkan Demavend den Großen Ararat um 2800 Fuß, den caucasischen Elburuz um vielleicht 1500 Fuß Höhe übertrifft. Ueber den Vulkan Demavend s. Ritter, Erdkunde von Asien Bd. VI. Abth. 1. S. 551 bis 571; und über den Zusammenhang des Namens Albordj aus der mythischen und darum so unbestimmten Geographie des Zendvolkes mit den modernen Namen Elburz (Koh Alburz des Kazwini) und Elburuz S. 43—49, 424, 552 und 555.

systeme von Inner-Asien der Vulkan Demavend die große Kuenlün-Kette nahe an ihrem westlichen Ende begrenzt; so verdient eine andere Feuererscheinung an dem östlichsten Ende, deren Existenz ich zuerst bekannt gemacht habe (Asie centrale T. II. p. 427 und 483), eine besondere Aufmerksamkeit. In den wichtigen Untersuchungen, zu denen ich meinen verehrten Freund und Collegen im Institute, Stanislas Julien, aufgefordert, um aus den reichen geographischen Quellen der alten chinesischen Litteratur zu schöpfen, über den Bolor, den Kuen-lün und das Sternenmeer; fand der scharfsinnige Forscher in dem großen, vom Kaiser Yongtsching im Anfang des 18ten Jahrhunderts edirten Wörterbuche die Beschreibung der „ewigen Flamme", welche am Abhange des östlichen Kuen-lün aus einer Höhle in dem Hügel Schinkhieu ausbricht. Die weitleuchtende Erscheinung, so tief sie auch gegründet sein mag, kann wohl nicht ein Vulkan genannt werden. Sie scheint mir vielmehr Analogie mit der so früh den Helenen bekannten Chimära in Lycien, bei Deliktasch und Yanartasch, darzubieten. Es ist diese ein Feuerbrunnen, eine durch vulkanische Thätigkeit des Erd-Inneren immerfort entzündete Gasquelle (Kosmos 4. B. S. 770 und dazu Anm. †).

Arabische Schriftlehrer lehren, meist ohne bestimmte Jahre anzugeben, daß im Mittelalter im südwestlichen Littoral Arabiens, in der Inselkette der Zobayr, in der Meerenge Bab-el-Mandeb und Aden (Wellsted, Travels in Arabia Vol. II. p. 466—468), in Hadhramaut, in der Straße von Ormuz und im westlichen Theile des persischen Golfs noch an einzelnen Punkten Lava-Ausbrüche statt gefunden haben: immer auf einem Boden, der schon seit vor-historischer Zeit der Sitz vulkanischer Thätigkeit gewesen war. Die Epoche des Ausbruchs eines Vulkans um Medina selbst, 12°½ nördlich von der Meerenge Bab-el-Mandeb, hat Burckhardt in Samhudy's Chronik der berühmten Stadt dieses Namens im Hedschaz gefunden. Sie ward gesetzt auf den 2. Nov. 1276. Daß aber dort eine Feuer-Eruption bereits 1254, also 22 Jahre früher, gewesen war, lehrt nach Seetzen Abulmahasen (vergl. Kosmos 1. B. S. 128.) — Der Insel-Vulkan Djebel Tair, in welchem schon Vincent die „ausgebrannte Insel" des Periplus Maris Erythraei erkannte, ist noch thätig und Rauch ausstoßend nach Botta und nach den Nachrichten, die Ehrenberg und Rußegger (Reisen in Europa, Asien und Afrika 2. B. Th. 1. 1843 S. 54) gesammelt. Ueber die ganze Umgegend der Meerenge Bab-el-Mandeb, mit der Basalt-Insel Perim; die kraterartige Umwallung, in welcher die Stadt Aden liegt; die Insel Seerah mit Obsidian-Strömen, die mit Bimsstein bedeckt sind; über die Inselgruppen der Zobayr und der Farsen (die Vulcanicität der letzteren hat Ehrenberg 1825 entdeckt) s. die schönen Untersuchungen von Ritter in der Erdkunde von Asien Bd. VIII. Abth. 1. S. 664—707, 889—891 und 1021—1034.

Der vulkanische Gebirgszug des Thian-schan (Asie centrale T. I. p. 201—203, T. II. p. 7—61), ein Bergsystem, welches zwischen dem Altai und Kuen-lün von Osten nach Westen Inner-Asien durchzieht, ist zu einer Zeit der besondere Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen, da ich zu dem Wenigen, was Abel-Rémusat aus der japanischen Encyclopädie geschöpft hatte, wichtigere, von Klaproth, Neumann und Stanislas Julien aufgefundene Bruchstücke habe hinzufügen können (Asie centr. T. II. p. 39—50 und 335 bis 364). Die Länge des Thian-schan übertrifft achtmal die Länge der Pyrenäen: wenn man jenseits der durchsetzten Meridiankette des Kusyurt-Bolor den Asferah hinzurechnet, der sich in Westen bis in den Meridian von Samarkand erstreckt, und in dem Ibn Haukal und Ibn al-Vardi Feuerbrunnen und Salmiak ausstoßende, leuchtende (?) Spalten, wie im Thian-schan, beschreiben (s. über den Berg Botom a. a. O. p. 16—20). In der Geschichte der Dynastie der Thang wird ausdrücklich gesagt, daß an einem der Abhänge des Peschan, welcher immerfort Feuer und Rauch ausstößt, die Steine brennen, schmelzen und mehrere Li weit fließen, als wäre es ein „flüssiges Fett. Die weiche Masse erhärtet, so wie sie erkaltet." Charakteristischer kann wohl nicht ein Lavastrom bezeichnet wer-

den. Ja in dem 49ten Buche der großen Geographie des chinesischen Reichs, welche in Peking selbst von 1789 bis 1804 auf Staatskosten gedruckt worden ist, werden die Feuerberge des Thian-schan als „noch thätig“ beschrieben. Ihre Lage ist so central, daß sie ohngefähr gleich weit (380 geogr. Meilen) vom nächsten Littoral des Eismeeres und von dem Ausfluß des Indus und Ganges, 255 M. vom Aral-See, 43 und 52 M. von den Salzseen Issikal und Balkasch entfernt sind. Von den Flammen, welche aus dem Berge von Turfan (Hotscheu) aufsteigen, gaben auch Kunde die Pilgrime von Mekka, die man in Bombay im Jahr 1835 officiell befragte (Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Vol. IV. 1835 p. 657—664). Wann werden endlich einmal von dem so leicht erreichbaren Gouldja am Ili aus die Vulkane von Peschan und Turfan, Barkul und Hami durch einen wissenschaftlich gebildeten Reisenden besucht werden?

Die jetzt mehr aufgeklärte Lage der vulkanischen Gebirgskette des Thian-schan hat sehr natürlich auf die Frage geleitet, ob das Fabelland Gog und Magog, wo auf dem Grunde des Flusses el Macher „ewige Feuer brennen“ sollen, nicht mit den Ausbrüchen des Peschan oder Vulkans von Turfan zusammenhange. Diese orientalische Mythe, welche ursprünglich dem Westen des caspischen Meeres, den Pylis Albaniae bei Derbend, angehörte, ist, wie fast alle Mythen, gewandert, und zwar weit nach Osten. Edrisi läßt den Salam el-Terdjeman, Dolmetscher eines Abbassiden-Chalifen in der ersten Hälfte des 9ten Jahrhunderts, nach dem Lande der Finsterniß von Bagdad aus abreisen. Er gelangt durch die Steppe der Baschkiren nach dem Schneegebirge Cocaïa, welches die große Mauer von Magog (Madjoudj) umgiebt. Amédée Jaubert, dem wir wichtige Ergänzungen des nubischen Geographen verdanken, hat erwiesen, daß die Feuer, welche am Abhange des Cocaïa brennen, nichts vulkanisches haben (Asie centr. T. II. p. 99). Weiter in Süden setzt Edrisi den See Tehama. Ich glaube wahrscheinlich gemacht zu haben, daß Tehama der große See Balkasch ist, in welchen der Ili mündet, der nur 45 Meilen südlicher liegt. Anderthalb Jahrhunderte nach Edrisi versetzte Marco Polo die Mauer Magog gar in das Gebirge In-schan, östlich von der Hochebene Gobi, gegen den Fluß Hoang-ho und die chinesische Mauer hin: von der (sonderbar genug) der berühmte venetianische Reisende eben so wenig spricht als vom Gebrauch des Thees. Der In-schan, die Grenze des Gebietes des Priesters Johann, kann als die östliche Verlängerung des Thian-schan angesehen werden (Asie centr. T. II. p. 92—104).

Mit Unrecht hat man lange Zeit die zwei, einst lava-ergießenden Kegelberge, den Vulkan Peschan und den Hotscheu von Turfan (sie sind ohngefähr in einer Länge von 105 geogr. Meilen durch den mächtigen, mit ewigem Schnee und Eise bedeckten Gebirgsstock Bogdo-Oola von einander getrennt) für eine isolirte vulkanische Gruppe gehalten. Ich glaube gezeigt zu haben, daß die vulkanische Thätigkeit nördlich und südlich von der langen Kette des Thian-schan mit den Grenzen der Erschütterungskreise, den heißen Quellen, den Solfataren, Salmiak-Spalten und Steinsalz-Lagern, hier wie im Caucasus, in enger geognostischer Verbindung steht.

Da nach meiner, schon oft geäußerten Ansicht, der jetzt auch der gründlichste Kenner des caucasischen Gebirgssystems, Abich, beigetreten ist, der Caucasus selbst nur die Fortsetzungs-Spalte des vulkanischen Thian-schan und Asferah jenseits der großen aralo-caspischen Erdsenkung ist*); so sind hier neben den Erscheinungen des Thian-schan als vorhistorischen Zeiten angehörig anzuführen die vier erloschenen Vulkane: Elburuz von 17352 Pariser Fuß, Ararat von 16056 Fuß, Kasbegk von 15512 Fuß und Savalan von 14887 Fuß Höhe. †) Ihrer Höhe nach fallen diese Vulkane zwischen den Cotopaxi und Mont-

*) Asie centrale T. II. p. 9 und 54—58. (Kosmos 4. Buch S. 744.)

†) Elburuz, Kasbegk und Ararat nach Mittheilungen von Struve Asie centrale T. II. p. 57. Die im Text angegebene Höhe von dem ausgebrannten Vulkan Savalan westlich von Ardebil (15760 engl. Fuß) ist auf eine Messung von Chanykow gegründet. S. Abich in den Mélanges phys. et chim. T. II. p. 361. Um bei Anführung der Quellen aus denen ich geschöpft, eine ermüdende Wiederholung zu vermeiden, erkläre ich

blanc. Der Große Ararat (Agri-dagh), zuerst am 27. September 1829 von Friedrich von Parrot, mehrmals 1844 und 1845 von Abich, zuletzt 1850 vom Oberst Chodzko erstiegen, hat eine Domform wie der Chimborazo, mit zwei überaus kleinen Erhebungen am Rande des Gipfels; doch aber keinen Gipfel-Krater. Die größten und wahrscheinlich neuesten vor-historischen Lava-Eruptionen des Ararat sind alle unterhalb der Schneegrenze ausgebrochen. Die Natur dieser Eruptionen ist zweierlei Art: es sind dieselben theils trachytartig mit glasigem Feldspath und eingemengtem, leicht verwitternden Schwefelkiese; theils dolerit-artig meist bestehend aus Labrador und Augit, wie die Laven des Aetna. Die dolerit-artigen hält Abich am Ararat für neuer als die trachytartigen. Die Ausbruchstellen der Lavaströme, alle unterhalb der Grenze des ewigen Schnees, sind oftmals (z. B. in der großen Gras-Ebene Kip-Ghioll am nordwestlichen Abhange) durch Auswurfs-Kegel und von Schlacken umringte kleine Krater bezeichnet. Wenn auch das tiefe Thal des heiligen Jacob (eine Schlucht, welche bis an den Gipfel des Ararat ansteigt und seiner Gestaltung, selbst in weiter Ferne gesehen, einen eigenen Charakter giebt) viel Aehnlichkeit mit dem Thal del Bove am Aetna darbietet und die innerste Structur des emporgestiegenen Domes sichtbar macht; so ist die Verschiedenheit doch dadurch sehr auffallend, daß in der Jacobs-Schlucht nur massenhaftes Trachyt-Gestein und nicht Lavaströme, Schlackenschichten und Rapilli aufgefunden worden sind.‡) Der Große und der Kleine Ararat, von denen der erstere nach den vortrefflichen geodätischen Arbeiten von Waßili Fedorow 3′ 4″ nördlicher und 6′ 42″ westlicher als der zweite liegt, erheben sich an dem südlichen Rande der großen Ebene, welche der Araxes in einem weiten Bogen durchströmt. Sie stehen beide auf einem elliptischen vulkanischen Plateau, dessen große Axe von Südost nach Nordwest gerichtet ist. Auch der Kasbegk und der Tschegem haben keinen Gipfel-Krater, wenn gleich der erstere mächtige Ausbrüche gegen Norden (nach Wladikaukas zu) gerichtet hat. Der größte aller dieser erloschenen Vulkane, der Trachytkegel des Elburuz, welcher aus dem granitreichen Talk- und Diorit-Schiefergebirge des Backsan-Flußthales aufgestiegen ist, hat einen Kratersee. Aehnliche Kraterseen finden sich in dem rauhen Hochlande Kely, aus welchem zwischen Eruptions-Kegeln sich Lavaströme ergießen. Uebrigens sind hier wie in den Cordilleren von Quito die Basalte weit von dem Trachyt-Systeme abgesondert; sie beginnen erst 6 bis 8 Meilen südlich von der Kette des Elburuz und von dem Tschegem am oberen Phasis- oder Rhion-Thale.

β) Der nordöstliche Theil (Halbinsel Kamtschatka).

Die Halbinsel Kamtschatka, von dem Cap Lopatka, nach Krusenstern lat. 51° 3′, bis nördlich zum Cap Ukinsk, gehört mit der Insel Java, mit Chili und Central-Amerika zu den Regionen, wo auf dem kleinsten Raum die meisten, und zwar die meisten noch entzündeten, Vulkane zusammengedrängt sind. Man zählt deren in Kamtschatka 14 in einer Länge von 105 geogr. Meilen. Für Central-Amerika finde ich vom Vulkan von Soconusco bis Turialva in Costa Rica 29 Vulkane, deren 18 brennen, auf 170 Meilen; für Peru und Bolivia vom Vulkan Chacani bis zum Volcan de San Pedro de Atacama 14 Vulkane, von welchen nur 3 gegenwärtig thätig sind, auf 105 Meilen; für Chili vom V. de Coquimbo bis zum V. de San Clemente 24 Vulkane auf 240 Meilen. Von diesen 24 sind 13 aus historischen Zeiten als thätig bekannt. Die Kenntniß der kamtschadalischen Vulkane in Hinsicht auf Form, auf astronomische Ortsbe-

hier, daß alles, was im geologischen Abschnitt des Kosmos sich auf den wichtigen caucasischen Isthmus bezieht, handschriftlichen, mir auf die edelste und freundschaftlichste Weise zu freier Benutzung mitgetheilten Aufsätzen von Abich aus den Jahren 1852 bis 1855 entlehnt ist.

‡) Abich, Notice explicative d'une vue de l'Ararat, im Bulletin de la Soc. de Géographie de France, 4ème Série T. I. p. 516.

stimmung und Höhe ist in neuerer Zeit durch Krusenstern, Horner, Hofmann, Lenz, Lütke, Postels, Cap. Beechey, und vor allen durch Adolph Erman rühmlichst erweitert worden. Die Halbinsel wird ihrer Länge nach von zwei Parallelketten durchschnitten, in deren östlicher die Vulkane angehäuft sind. Die höchsten derselben erreichen 10500 bis 14800 Fuß. Es folgen von Süden nach Norden:

der Opalinskische Vulkan (Pic Koscheleff vom Admiral Krusenstern,) lat. 51° 21′: nach Cap. Chwostow fast die Höhe des Pics von Teneriffa erreichend und am Ende des 18ten Jahrhunderts überaus thätig;

die Hodutka Sopka (52° 22′). Zwischen dieser Sopka und der vorigen liegt ein unbenannter vulkanischer Kegel (51° 32), der aber, wie die Hodutka, nach Postels erloschen scheint.

Poworotnaja Sopka (51° 35′), nach Cap. Beechey 7442 F. hoch (Erman's Reise Bd. III. S. 253; Leop. von Buch, Iles can. p. 447).

Aßatschinskaja Sopka (52° 2′); große Aschen-Auswürfe, besonders im Jahr 1828.

Wiljutschinsker Vulkan (Br. 52° 52,): nach Cap. Beechey 6918 F., nach Admiral Lütke 6330 F.; nur 5 geogr. Meilen vom Petropauls-Hafen jenseit der Bai von Torinsk entfernt.

Awatschinskaja oder Gorelaja Sopka (Br. 53° 17′), Höhe nach Erman 8360 Fuß; zuerst bestiegen auf der Expedition von La Pérouse 1787 durch Mongez und Bernizet; später durch meinen theuren Freund und sibirischen Reisebegleiter, Ernst Hofmann (Juli 1824, bei der Kotzebue'schen Weltumseglung); durch Postels und Lenz auf der Expedition des Admirals Lütke 1828, durch Erman im Sept. 1829. Dieser machte die wichtige geognostische Beobachtung, daß der Trachyt bei seiner Erhebung Schiefer und Grauwacke (ein silurisches Gebirge) durchbrochen habe. Der immer rauchende Vulkan hat einen furchtbaren Ausbruch im October 1837, früher einen schwachen im April 1828 gehabt. Postels in Lütke, Voyage T. III. p. 67—84; Erman, Reise, hist. Bericht Bd. III. S. 494 und 534—540.

Ganz nahe bei dem Awatscha-Vulkan (Kosmos Bd. IV. S. 765 Anm. ††) liegt die Koriatskaja oder Strjeloschnaja Sopka (Br. 53° 19′), Höhe 10518 F. nach Lütke T. III. p. 84; reich an Obsidian, dessen die Kamtschadalen sich noch im vorigen Jahrhundert, wie die Mexicaner und im hohen Alterthume die Hellenen, zu Pfeilspitzen bedienten.

Jupanowa Sopka: Br. nach Erman's Bestimmung (Reise Bd. III. S. 469) 53° 32′. Der Gipfel ist ziemlich abgeplattet, und der eben genannte Reisende sagt ausdrücklich: „daß diese Sopka wegen des Rauchs, den sie ausstößt, und wegen des unterirdischen Getöses, welches man vernimmt, von jeher mit dem mächtigen Schiwelutsch verglichen und den unzweifelhaften Feuerbergen beigezählt wird.“ Seine Höhe ist vom Meere aus durch Lütke gemessen 8496 F.

Kronotskaja Sopka, 9954 F.: an dem See gleiches Namens, Br. 54° 8′; ein rauchender Krater auf dem Gipfel des sehr zugespitzten Kegelberges (Lütke, Voyage T. III. p. 85).

Vulkan Schiwelutsch, 5 Meilen südöstlich von Jelowka, über den wir eine beträchtliche und sehr verdienstliche Arbeit von Erman (Reise Bd. III. S. 261—317 und phys. Beob. Bd. I. S. 400—403) besitzen, vor dessen Reise der Berg fast unbekannt war. Nördliche Spitze: Br. 56° 40′, Höhe 9894 F.; südliche Spitze: Br. 56° 39′, Höhe 8250 F. Als Erman im Sept. 1829 den Schiwelutsch bestieg, fand er ihn stark rauchend. Große Eruptionen waren 1739 und zwischen 1790 und 1810: letztere nicht von fließend ergossener Lava, sondern als Auswürfe von losem vulkanischem Gesteine. Nach C. von Dittmar stürzte der nördlichste Gipfel in der Nacht vom 17. zum 18. Februar 1854 ein, worauf eine von wirklichen Lavaströmen begleitete, noch dauernde Eruption erfolgte.

Tolbatschinskaja Sopka: heftig rauchend, aber in früherer Zeit oft verändernd die Eruptions-Oeffnungen ihrer Aschen-Auswürfe; nach Erman Br. 55° 51′ und Höhe 7800 F.

Uschinskaja Sopka: nahe verbunden mit dem Kliutschewsker Vulkan; Br. 56° 0′, Höhe an 11000 F. (Buch, Can. p. 452; Landgrebe, Vulkane Bd. I. S. 375).

Kliutschewskaja Sopka (56° 4′): der höchste und thätigste aller Vulkane der Halbinsel Kamtschatka; von Erman gründlich geologisch und hypsometrisch erforscht. Der Kliutschewsk hat nach dem Berichte von Kraschenikoff große Feuerausbrüche von 1727 bis 1731 wie auch 1767 und 1795 gehabt. Im Jahr 1829 war Erman bei der gefahrvollen Besteigung des Vulkans am 11. September Augenzeuge von dem Ausstoßen glühender Steine, Asche und Dämpfe aus dem Gipfel, während tief unterhalb desselben ein mächtiger Lavastrom sich am West-Abhange aus einer Spalte ergoß. Auch hier ist die Lava reich an Obsidian. Nach Erman (Beob. Bd. I. S. 400—403 und 419) ist die geogr. Breite des Vulkans 56° 4′, und seine Höhe war im Sept. 1829 sehr genau 14790 Fuß. Im August 1828 hatte dagegen Admiral Lütke durch Höhenwinkel, die zur See in einer Entfernung von 40 Seemeilen genommen waren, den Gipfel des Kliutschewsk 15480 F. hoch gefunden (Voyage T. III. p. 86; Landgrebe, Vulkane Bd. I. S. 375 bis 386). Diese Messung, und die Vergleichung der vortrefflichen Umriß-Zeichnungen des Baron von Kittlitz, der die Lütke'sche Expedition auf dem Seniawin begleitete, mit dem, was Erman selbst im Sept. 1829 beobachtete, führten diesen zu dem Resultate, daß in der engen Epoche dieser 13 Monate große Veränderungen in der Form und Höhe des Gipfels sich zugetragen haben. „Ich denke", sagt Erman (Reise Bd. III. S. 359), „daß man kaum merklich irren kann, wenn man für August 1828 die Höhe der Oberfläche des Gipfels um 250 Fuß größer als im Sept. 1829 während meines Aufenthalts in der Gegend von Kliutschi, und mithin für die frühere Epoche zu 15040 Fuß annimmt." Am Vesuv habe ich, die Saussure'sche Barometer-Messung der Rocca del Palo, des höchsten nördlichen Kraterrandes, vom Jahre 1773 zum Grunde legend, durch eigene Messung gefunden: daß bis 1805, also in 32 Jahren, dieser nördliche Kraterrand sich um 36 Fuß gesenkt hatte; daß er aber von 1773 bis 1822, also in 49 Jahren, um 96 Fuß (scheinbar?) gestiegen sei (Ansichten der Natur 1849 Bd. II. S. 290). Im Jahr 1822 fanden Monticelli und Covelli für die Rocca del Palo 624′, ich 629′. Für das damalige wahrscheinlichste Endresultat gab ich 625′. Im Frühjahr 1855, also 33 Jahre später, gaben die schönen Barometer-Messungen des Olmützer Astronomen Julius Schmidt wieder 624′ (Neue Bestimm. am Vesuv 1856, S. 1, 16 und 33). Was mag davon der Unvollkommenheit der Messung und der Barometer-Formel zugehören? Untersuchungen der Art könnten in größerem Maaßstabe und mit größerer Sicherheit vervielfältigt werden, wenn man, statt oft erneuerter vollständiger trigonometerischer Operationen oder für zugängliche Gipfel mehr anwendbarer, aber minder befriedigender Barometer-Messungen, sich darauf beschränkte, für die zu vergleichenden Perioden von 25 oder 50 Jahren den einzigen Höhenwinkel des Gipfelrandes aus demselben und zwar aus einem sicher wiederzufindenden Standpunkte bis auf Fractionen von Secunden zu bestimmen. Des Einflusses der terrestrischen Refraction wegen würde ich rathen, in jeder der Normal-Epochen das Mittel aus vielstündlichen Beobachtungen von 3 Tagen zu suchen. Um nicht bloß das allgemeine Resultat der Vermehrung oder Verminderung des einzigen Höhenwinkels, sondern auch in Fußen die absolute Quantität der Veränderung zu erhalten, wäre nur eine einmal vorgenommene Bestimmung des Abstandes erforderlich. Welche reiche Quelle der Erfahrungen würden uns nicht für die vulkanischen Colosse der Cordilleren von Quito die vor mehr als einem Jahrhundert bestimmten Höhenwinkel der hinlänglich genauen Arbeiten von Bouguer und La Condamine gewähren, wenn diese vortrefflichen Männer für gewisse auserlesene Punkte hätten die Stationen bleibend bezeichnen können, in denen die Höhen-

winkel der Gipfel von ihnen gemessen wurden! Nach C. von Dittmar hat nach dem Ausbruch von 1841 der Kliutschewsk ganz geruht, bis er lavagebend 1853 wieder erwachte. Der Gipfel-Einsturz des Schiwelutsch unterbrach aber die neue Thätigkeit. (Bulletin de la classe physico mathém. de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersbourg T. XIV. 1856 p. 246.)

Noch vier andere, theils vom Admiral Lütke und theils von Postels genannte Vulkane: den noch rauchenden Apalsk südöstlich vom Dorfe Bolscheretski, die Schischapinskaja Sopka (Br. 55° 11′), die Kegel Krestowsk (Br. 56° 4′), nahe an der Gruppe Kliutschewsk, und Uschkowsch; habe ich in der obigen Reihe nicht aufgeführt wegen Mangels genauerer Bestimmung. Das kamtschadalische Mittelgebirge, besonders in der Baidaren-Ebene, Br. 57° 20′, östlich von Sedanka, bietet (als wäre sie „der Boden eines uralten Kraters von etwa vier Werst, d. i. eben so viele Kilometer, im Durchmesser") das geologisch merkwürdige Phänomen von Lava- und Schlacken-Ergüssen dar aus einem blasigen, oft ziegelrothen, vulkanischen Gestein, das selbst wieder aus Erdspalten ausgebrochen ist, in größter Ferne von allem Gerüste aufgestiegener Kegelberge (Erman, Reise Bd. III. S. 221, 228 und 273; Buch, Iles Canaries p. 454). Auffallend ist hier die Analogie mit dem, was ich oben über das Malpais, die problematischen Trümmerfelder der mexicanischen Hochebene, umständlich entwickelt habe (Kosmos 4. B. S. 804)

V. Ost-asiatische Inseln.

Von der Torres-Straße, die, unter 10° südl. Breite, Neu-Guinea von Australien trennt, und von den rauchenden Vulkanen von Flores bis zu den nordöstlichsten Aleuten (Br. 55°) erstreckt sich eine, größtentheils vulkanische Inselwelt, welche, unter einem allgemeinen geologischen Gesichtspunkte betrachtet, wegen ihres genetischen Zusammenhanges fast schwer in einzelne Gruppen zu sondern ist, und gegen Süden beträchtlich an Umfang zunimmt. Um von Norden zu beginnen, sehen wir zuerst die von der amerikanischen Halbinsel Alaska ausgehende, bogenförmig *) gekrümmte Reihe der Aleuten durch die der Kupfer- und der Berings-Insel nahe Insel Attu den Alten und Neuen Continent mit einander verbinden, wie im Süden das Meer von Bering schließen. Von der Spitze der Halbinsel Kamtschatka (dem Vorgebirge Lopatka) folgen in der Richtung Nord gen Süd, das Saghalinische oder Ochotskische, durch La Pérouse berühmt gewordene Meer in Osten begrenzend, der Archipel der Kurilen; dann Jezo, vielleicht vormals mit der Südspitze der Insel Krafto †) (Saghalin oder Tschoka) zusammenhangend; endlich jenseits der engen

*) Vergl. Dana's scharfsinnige Bemerkungen on the Curvatures of Ranges of Islands, deren Convexität in der Südsee fast allgemein gegen Süden oder Südost gerichtet ist, in der United States' Explor. Exped. by Wilkes Vol. X. (Geology by James Dana) 1849 p. 419.

†) Die Insel Saghalin, Tschoka oder Tarakai wird von den japanischen Seeleuten Krafto genannt (geschrieben Karafuto). Sie liegt der Mündung des Amur (des Schwarzen Flusses, Saghalian Ula) gegenüber; ist von gutmüthigen, dunkelfarbigen, bisweilen etwas behaarten Ainos bewohnt. Der Admiral Krusenstern glaubte, wie auch früher die Begleiter von La Pérouse (1787) und Broughton (1797), daß Saghalin durch einen schmalen, sandigen Isthmus (Br. 52° 5′) mit dem asiatischen Continent zusammenhange; aber zufolge der wichtigen von Franz von Siebold mitgetheilten japanischen Nachrichten ist nach einer von Mamia Rinsô, dem Chef einer kaiserlich japanischen Commission, im Jahr 1808 aufgenommenen Karte Krafto keine Halbinsel, sondern ein auf allen Seiten vom Meere umflossenes Land (Ritter, Erdkunde von Asien Bd. III. S. 488). Das Resultat des verdienstlichen Mamia Rinsô ist neuerlichst im Jahre 1855, als die russische Flotte in der Baie de Castries (Br. 51° 29′) bei Alexandrowsk, also im Süden des vermeintlichen Isthmus, vor Anker lag und sich doch in die Amur-Mündung (Br. 52° 54′) zurückziehen konnte, vollkommen, wie Siebold meldet, bestätigt worden. In der Meerenge, in welcher man ehemals den Isthmus vermuthete, sind bei der Durchfahrt an einigen Stellen nur 5 Faden Tiefe gefunden. Die Insel fängt an wegen der Nähe des großen Amur- oder Saghalin-Stromes politisch wichtig zu werden. Ihr Name, ausgesprochen Karafto oder Krafto, ist die Zusammenziehung von Kara-fu-to, d. i. nach Siebold „die an Kara grenzende Insel": da in japanisch-chinesischer Mundart Kara das nördlichste China (die Tartarei) bezeichnet, und fu nach dem zuletzt genannten scharfsinnigen Gelehrten hier „daneben liegend" bedeutet. Tschoka ist eine Verstümmelung von Tsjokai, und Tarakai aus Mißverständniß von dem Namen eines einzelnen Dorfes Taraika hergenommen. Nach Klaproth (Asia polyglotta p. 301) ist Taraikai oder Tarakai der heimische

Tsugar-Straße das japanische Drei-Inselreich (Nippon, Sikok und Kiu-Siu: nach der trefflichen Karte von Siebold zwischen 41° 32′ und 30° 18′). Von dem Vulkan Kliutschewsk, dem nördlichsten an der östlichen Küste der Halbinsel Kamtschatka, bis zum südlichsten japanischen Insel-Vulkan Iwoga-Sima, in der von Krusenstern durchforschten Meerenge Van Diemen, ist die Richtung der sich in der vielfach gespaltenen Erdrinde äußernden feurigen Thätigkeit genau Nordost in Südwest. Es erhält sich dieselbe in fortgesetzter Reihung durch die Insel Jakuno-Sima, auf der ein Kegelberg sich zu der Höhe von 5478 Fuß (1780 Meter) erhebt, und welche die beiden Straßen Van Diemen und Colnet von einander trennt; durch den Siebold'schen Linschoten-Archipel; durch die Schwefel-Insel des Capitäns Basil Hall (Lung Huang-Schan); durch die kleinen Gruppen der Lieu-Khieu und Madjiko-Sima, welche letztere sich dem Ostrande der großen chinesischen Küsten-Insel Formosa (Thaywan) bis auf 23 geogr. Meilen nähert.

Hier bei Formosa (nördl. Breite 25°—26°) ist der wichtige Punkt, wo statt der Erhebungs-Linien NO—SW die der nord-südlichen Richtung beginnen und fast bis zum Parallel von 5° oder 6° südlicher Breite herrschend werden. Sie sind zu erkennen in Formosa und in den Philippinen (Luzon und Mindanao) volle zwanzig Breitengrade hindurch, bald an einer, bald an beiden Seiten die Küsten in der Meridian-Richtung abschneidend: so in der Ostküste der großen Insel Borneo, welche durch den Solo-Archipel mit Mindanao und durch die lange, schmale Insel Palawan mit Mindoro zusammenhängt; so die westlichen Theile der vielgestalteten Celebes und Gilolo; so (was besonders merkwürdig ist) die Meridian-Spalte, auf welcher, 350 geogr. Meilen östlich von der Gruppe der Philippinen und in gleicher Breite, sich die vulkanische und Corallen-Insel-Reihe der Marianen oder Ladronen erhoben hat. Ihre allgemeine Richtung *) ist N 10° O.

Wie wir in dem Parallel der steinkohlenreichen Insel Formosa den Wendepunkt bezeichnet haben, an welchem auf die kurilische Richtung NO—SW die Richtung N—S folgt; so beginnt ein neues Spaltensystem südlich von Celebes und der, schon ost-westlich abgeschnittenen Südküste von Borneo. Die großen und kleinen Sunda-Inseln von Timor-Laut bis West-Bali folgen in 18 Längengraden meist dem mittleren Parallel von 8° südlicher Breite. Im westlichen Java wendet sich die mittlere Achse schon etwas mehr gen Norden, fast OSO in WNW; von der Sunda-Straße bis zu der südlichsten der Nicobaren aber ist die Richtung SO—NW. Die ganze vulkanische Erhebungs-Spalte (O—W und SO—NW) hat demnach ohngefähr eine Erstreckung von 675 geogr. Meilen (eilfmal die Länge der Pyrenäen); von diesen gehören, wenn man die geringe Abweichung Java's gegen Norden nicht achtet, 405 auf die ost-westliche und 270 auf die südost-nordwestliche Achsenrichtung.

Allgemeine geologische Betrachtungen über Form und Reihungs-Gesetze führen so ununterbrochen in der Inselwelt an den Ostküsten Asiens (in dem ungeheuren Raume von 68 Breitengraden) von den Aleuten und dem nördlichen Berings-Meere zu den Molukken und zu den großen und kleinen Sunda-Inseln. In der Parallel-Zone von 5° nördlicher und 10° südlicher Breite hat sich besonders der größte Reichthum von Länderformen entwickelt. Auf eine merkwürdige Weise wiederholen sich meist die Ausbruchs-Richtungen der größeren Theile in einem benachbarten kleineren. So liegt nahe der Südküste von Sumatra und ihr parallel eine lange Inselreihe. Dasselbe bemerken wir in dem kleinen Phänomene der Erzgänge wie in dem größeren der Gebirgszüge ganzer Continente. Gleich-

Aino-Name der ganzen Insel. Vergl. Leopold Schrenk's und Cap. Bernards Wittingham's Bemerkungen in Petermann's geogr. Mittheilungen 1856 S. 176 und 184; auch Perry, Exped. to Japan Vol. I. p. 468.

*) Dana, Geology of the Pacific Ocean p. 16. In den Meridianstreifen der südost-asiatischen Inselwelt sind auch die Küsten von Cochinchina seit dem Meerbusen von Tonkin, die von Malacca seit dem Meerbusen von Siam, ja selbst die von Neu-Holland südlich vom 25sten Parallelgrad meist nord-südlich abgeschnitten.

streichende Nebentrümmer des Hauptganges, begleitende Nebenketten (chaînes accompagnantes) liegen oft in beträchtlichen Abständen von einander; sie deuten auf gleiche Ursachen und gleiche Richtungen der formgebenden Thätigkeit in der sich faltenden Erdrinde. Der Conflict der Kräfte bei gleichzeitiger Oeffnung von Spalten entgegengesetzter Richtungen scheint bisweilen wunderbare Gestaltungen neben einander zu erzeugen: so in den Molukken Celebes und Gilolo.

Nachdem wir den inneren geologischen Zusammenhang des ost- und süd-asiatischen Inselsystems entwickelt haben, setzen wir, um von den alt-eingeführten, etwas willkührlichen, geographischen Abtheilungen und Nomenclaturen nicht abzugehen, die südliche Grenze der ost-asiatischen Inselreihe (den Wendepunkt) bei Formosa, wo die Richtung NO—SW in die N—S übergeht, unter dem 24sten Grad nördlicher Breite. Die Aufzählung geschieht wieder von Norden nach Süden: von den östlichsten, mehr amerikanischen Aleuten beginnend.

Die vulkanreichen aleutischen Inseln begreifen von Osten nach Westen die Fuchs-Inseln, unter denen sich die größten aller: Unimak, Unalaschka und Umnak, befinden; die Andrejanowskischen: unter denen Atcha, mit drei rauchenden Vulkanen, und der mächtige, von Sauer schon abgebildete Vulkan von Tanaga die berufensten sind; die Ratten-Inseln und die etwas getrennten Inseln Blynie: unter denen, wie schon oben gesagt, Attu den Uebergang zu der, Asien nahen Commandeur-Gruppe (Kupfer- und Berings-Insel) macht. Die mehrfach wiederholte Behauptung, als fange auf der Halbinsel Kamtschatka die, von NNO nach SSW gerichtete Reihe der Continental-Vulkane erst da an, wo die vulkanische Erhebungs-Spalte der Aleuten unterseeisch die Halbinsel schneidet; als biete diese Aleuten-Spalte wie eine Zuleitung dar: scheint wenig begründet zu sein. Nach des Admirals Lütke Karte des Berings-Meeres liegen die Insel Attu das westliche Extrem der Aleuten-Reihe, Br. 52° 46′, die unvulkanische Kupfer- und Berings-Insel Br. 54° 30′ bis 55° 20′; und die Vulkan-Reihe von Kamtschatka beginnt schon unter dem Parallel von 56° 40′ mit dem großen Vulkan Schiwelutsch, westlich vom Cap Stolbowoy. Die Richtung der Eruptiv-Spalten ist auch sehr verschieden, fast entgegengesetzt. Auf Unimak ist der höchste der aleutischen Vulkane, nach Lütke 7578 Fuß. Nahe an der Nordspitze von Umnak hat sich im Monat Mai 1796 unter sehr merkwürdigen, in Otto's von Kotzebue Entdeckungsreise (B. II. S. 106) vortrefflich geschilderten Umständen die fast acht Jahre entzündet gebliebene Insel Agaschagokh (oder Sanctus Johannes Theologus) aus dem Meere erhoben. Nach einem von Krusenstern bekannt gemachten Berichte hatte sie im Jahr 1819 fast vier geographische Meilen im Umfang und noch 2100 Fuß Höhe. Auf der Insel Unalaschka würden besonders die von dem scharfsinnigen Chamisso angegebenen Verhältnisse der hornblende-reichen Trachyte des Vulkans Matuschkin (5136 F.) zu dem schwarzen Porphyr (?) und dem nahen Granite verdienen von einem mit dem Zustande der neueren Geologie vertrauten, die Zusammensetzung der Gebirgsarten oryctognostisch und sicher untersuchenden Beobachter erforscht zu werden. Von den zwei sich nahen Inseln der Pribytow-Gruppe, welche vereinzelt in dem Berings-Meer liegen, ist St. Paul ganz vulkanisch, reich an Lava und Bimsstein, wenn dagegen die St. Georgs-Insel nur Granit und Gneiß enthält.

Nach der vollständigsten Aufzählung, die wir bisher besitzen, scheint die 240 geographische Meilen lange Reihe der Aleuten über 34, meist in neuen, historischen Zeiten thätige Vulkane zu enthalten. So sehen wir hier (unter 54° und 60° Breite und 162°—198° westlicher Länge) einen Streifen des ganzen Meeresgrundes zwischen zwei großen Continenten in steter, schaffender und zerstörender Wechselwirkung. Viele Inseln mögen in der Folge von Jahrtausenden, wie in der Gruppe der Azoren, dem Erscheinen über der Meeresfläche nahe, viele lange erschienene ganz oder theilweise unbeobachtet versunken sein! Zur Völker-Mischung, zum Uebergange von Volksstämmen bietet die aleutische Inselreihe einen Weg

bar, welcher 13 bis 14 Grad südlicher als der der Berings-Straße ist: auf welchem die Tschuktschen scheinen von Amerika nach Asien, und zwar bis jenseits des Anadyr-Flusses, übergegangen zu sein.

Die kurilische Inselreihe, von der Endspitze von Kamtschatka bis zum Cap Broughton (dem nordöstlichsten Vorgebirge von Jezo), in einer Länge von 180 geogr. Meilen, erscheint mit 8 bis 10 meist noch entzündeten Vulkanen. Der nördlichste derselben, auf der Insel Alaid, bekannt durch große Ausbrüche in den Jahren 1770 und 1793, verdiente wohl endlich genau gemessen zu werden, da man seine Höhe bis zu zwölf- und vierzehntausend Fuß schätzt. Der weit niedrigere Pic Sarytschew (4227 F. nach Horner) auf Mataua und die südlichsten japanischen Kurilen, Urup, Jetorop und Kunasiri, haben sich auch als sehr thätige Vulkane gezeigt.

Nun folgen in der Vulkan-Reihe Jezo und die drei großen japanischen Inseln, über welche der berühmte Reisende, Herr von Siebold, zur Benutzung für den Kosmos, mir eine große und wichtige Arbeit wohlwollend mitgetheilt hat. Sie wird das Unvollständige berichtigen, was ich in meinen Fragmens de Géologie et de Climatologie asiatiques (T. I. p. 217—234) und in der Asie centrale (T. II. p. 540—552) der großen japanischen Encyclopädie entlehnte.

Die große, in ihrem nördlichen Theile sehr quadratische Insel Jezo (Br. 41°½ bis 45°½), durch die Sangar- oder Tsugar-Straße von Nippon, durch die Straße La Perouse von der Insel Krafto (Kara-fu-to) getrennt, begrenzt durch ihr nordöstliches Cap den Archipel der Kurilen; aber unfern des nordwestlichen Caps Romanzow auf Jezo, das sich 1½ Grade mehr nach Norden an die Straße La Pérouse vorstreckt, liegt unter Br. 45° 11′ der vulkanische Pic de Langle (5020 F.) auf der kleinen Insel Risiri. Auch Jezo selbst scheint von Broughton's südlicher Vulkan-Bai an bis gegen das Nordcap hin von einer Vulkan-Reihe durchschnitten zu sein: was um so merkwürdiger ist, als auf dem schmalen Krafto, das fast eine Fortsetzung vom Jezo ist, die Naturforscher der Lapérousischen Expedition in der Baie de Castries rothe poröse Laven- und Schlackenfelder gefunden haben. Auf Jezo selbst zählt Siebold 17 Kegelberge, von denen der größere Theil erloschene Vulkane zu sein scheint. Der Kiaka, von den Japanern Usuga-Take, d. i. Mörserberg, genannt, wegen eines tief eingesunkenen Kraters, und der Kajo-hori sollen beide noch entzündet sein. (Commod. Perry sah zwei Vulkane bei dem Hafen Endermo, lat. 42° 17′, von der Vulkan-Bai aus.) Der hohe Manye (Krusenstern's Kegelberg Pallas) liegt mitten auf der Insel Jezo, ohngefähr in Br. 44°, etwas ost-nord-östlich von der Bai Strogonow.

„Die Geschichtsbücher von Japan erwähnen vor und seit unserer Zeitrechnung nur sechs thätige Vulkane, nämlich zwei auf der Insel Nippon und vier auf der Insel Kiusiu. Die Vulkane von Kiusiu, der Halbinsel Korea am nächsten, sind, in ihrer geographischen Lage von Süden nach Norden gerechnet: 1) der Vulkan Mitake auf dem Inselchen Sayura-Sima, in der nach Süden geöffneten Bai von Kagosima (Provinz Satsuma), Br. 31° 33′, Lg. 128° 21′; 2) der Vulkan Kirisima im District Naka (Br. 31° 45′), Provinz Fiuga; 3) der Vulkan Aso jama im District Aso (Br. 32° 45′), Provinz Figo; 4) der Vulkan Wunzen auf der Halbinsel Simabara (Br. 32° 44′), im District Takaku. Seine Höhe beträgt nach einer barometrischen Messung nur 1253 Meter oder 3856 Pariser Fuß: er ist also kaum hundert Fuß höher als der Vesuv (Rocca del Palo). Die geschichtlich heftigste Eruption des Vulkans Wunzen war die vom Februar 1793. Wunzen und Aso jama liegen beide ost-süd-östlich von Nangasaki."

„Die Vulkane der großen Insel Nippon sind, wieder von Süden nach Norden gezählt: 1) Vulkan Fusi jama, kaum 4 geogr. Meilen von der südlichen Küste entfernt, im District Fusi (Provinz Suruga; Br. 35° 18′, Lg. 136° 15′). Seine Höhe, gemessen, wie der vorgenannte Vulkan Wunzen auf Kiusiu, von jungen, durch Siebold ausge-

bildeten Japanern, erreicht 3793 Meter oder 11675 Pariser Fuß; er ist also fast 300 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, mit dem ihn schon Kämpfer vergleicht (Wilhelm Heine, Reise nach Japan 1856 Bd. II. S. 4). Die Erhebung dieses Kegelberges wird im 5ten Regierungsjahre des VI. Mikado (286 Jahre vor unserer Zeitrechnung) mit diesen (geognostisch merkwürdigen) Worten beschrieben: „In der Landschaft Omi versinkt eine bedeutende Strecke Landes, ein Binnensee bildet sich und der Vulkan Fusi kommt zum Vorschein." Die geschichtlich bekanntesten, heftigsten Eruptionen aus den christlichen Jahrhunderten sind gewesen die von 799, 800, 863, 937, 1032, 1083 und 1707; seitdem ruht der Berg. 2) Vulkan Asama jama: der centralste der thätigen Vulkane im Inneren des Landes; 20 geogr. Meilen von der süd-süd-östlichen und 13 Meilen von der nord-nord-westlichen Küste entfernt; im District Saku (Provinz Sinano); Br. 36° 22′, Lg. 136° 18′: also zwischen den Meridianen der beiden Hauptstädte Mijako und Jedo. Bereits im Jahre 864 hatte, gleichzeitig mit dem Vulkan Fusi jama, der Asama jama einen Ausbruch. Besonders verheerend und heftig war der vom Monat Julius 1783. Seitdem bleibt der Asama jama in fortdauernder Thätigkeit."

„Außer diesen Vulkanen wurden von europäischen Seefahrern noch zwei kleine Inseln mit rauchenden Kratern beobachtet, nämlich: 3) das Inselchen Iwógasima oder Iwósima (sima bedeutet Insel und iwó Schwefel; ga ist bloß ein Affixum des Nominativs), île du Volcan nach Krusenstern: im Süden von Kiusiu, in der Straße Van Diemen, unter 30° 43′ N. B. und 127° 58′ O. L.; nur 54 englische Meilen von oben genannten Vulkan Mitake entfernt; Höhe des Vulkans 2220 F. (715m). Dieses Inselchen erwähnt bereits Linschoten im Jahr 1596, mit den Worten: „solches Eiland hat einen Vulkan, der ein Schwefel- oder feuriger Berg ist." Auch findet es sich auf den ältesten holländischen Seekarten unter dem Namen Vulcanus (Fr. v. Siebold, Atlas vom Jap. Reiche, tab. XI). Krusenstern hat die Vulkan-Insel rauchen gesehn (1804); ebenso Capt. Blake 1838, wie Guerin und de la Roche Poncié 1846. Höhe des Kegels nach dem letzteren Seefahrer 2218 F. (715m). Das felsige Inselchen, dessen Landgrebe in der Naturgeschichte der Vulkane (Bd. I. S. 355) nach Kämpfer ohnweit Firato (Firando) als Vulkans erwähnt, ist unstreitig Iwosima; denn die Gruppe, zu welcher Iwosima gehört, heißt Kiusiu ku sima, d. i. die neun Inseln von Kiusiu, und nicht die 99 Inseln. Eine solche Gruppe giebt es bei Firato, nördlich von Nagasaki, und überhaupt in Japan nicht. 4) Die Insel Ohosima (Barneveld's Eiland, île de Vries nach Krusenstern); sie wird zur Provinz Idsu auf Nippon gerechnet und liegt vor der Bucht von Wodawara, unter 34° 42′ N. B. und 137° 4′ O. L. Broughton sah (1797) Rauch dem Krater entsteigen; vor kurzem hatte ein heftiger Ausbruch des Vulkans statt. Von dieser Insel zieht sich eine Reihe kleiner vulkanischer Eilande in südlicher Richtung bis Fatsi sio (33° 6′ N. B.) hin und setzt sich bis nach den Bonin-Inseln (26° 30 N. B. und 139° 45′ O. L.) fort, welche nach A. Postels (Lutké, Voyage autour du monde dans les années 1826—29 T. III. p. 117) auch vulkanisch und sehr heftigen Erdbeben unterworfen sind."

„Dies sind also die acht geschichtlich thätigen Vulkane im eigentlichen Japan, in und nahe den Inseln Kiusiu und Nippon. Außer diesen geschichtlich bekannten acht Vulkanen ist aber noch eine Reihe von Kegelbergen aufzuführen, von denen einige, durch sehr deutlich, oft tief eingeschnittene Krater ausgezeichnet, als längst erloschene Vulkane erscheinen: so der Kegelberg Kaimon, Krusenstern's Pic Horner, im südlichsten Theile der Insel Kiusiu, an der Küste der Straße Van Diemen, in der Provinz Satsum (Br. 31° 9′), kaum 6 geogr. Meilen entfernt in SSW von dem thätigen Vulkan Mitake; so auf Sikok der Kofusi oder kleine Fusi; auf dem Inselchen Kutsunasima (Provinz Ijo), Br. 33° 45′, an der östlichen Küste der großen Straße Suwo Nada oder van der Capellen, welche die drei großen Theile des japanischen Reichs: Kiusiu, Sikok und Nippon, trennt. Auf dem letzten, der Hauptinsel, werden von Südwest nach Nordost

neun solcher, wahrscheinlich trachytischer Kegelberge gezählt, unter welchen die merkwürdigsten sind: der Sira jama (weiße Berg) in der Provinz Kaga, Br. 36° 5': welcher, wie der Tsjo kaisan in der Provinz Dewa (Br. 39° 10'), für höher als der südliche, über 11600 Fuß hohe Vulkan Fusi jama geschätzt wird. Zwischen beiden liegt in der Provinz Jetsigo der Jaki jama (Flammenberg, in Br. 36° 53'). Die zwei nördlichsten Kegelberge an der Tsugar-Straße, im Angesicht der großen Insel Jezo, sind: 1) der Iwaki jama, welchen Krusenstern, der sich ein unsterbliches Verdienst um die Geographie von Japan erworben hat, den Pic Tilesius nennt (Br. 40° 42'); und 2) der Jake jama (brennende Berg, Br. 41° 20'), in Nambu, auf der nordöstlichsten Endspitze von Nippon, mit Feuerausbrüchen seit ältester Zeit."

In dem continentalen Theile der nahen Halbinsel Korea oder Korai (sie verbindet sich unter den Parallelen von 34° und 34°½ fast mit Kiusiu durch die Eilande Tsu sima und Iki) sind, trotz ihrer Gestalt-Aehnlichkeit mit der Halbinsel Kamtschatka, bisher keine Vulkane bekannt geworden. Die vulkanische Thätigkeit scheint auf die nahe gelegenen Inseln eingeschränkt zu sein. So stieg im Jahre 1007 der Insel-Vulkan Tsinmura, den die Chinesen Tanlo nennen, aus dem Meere hervor. Ein Gelehrter, Tien-kong-tschi, wurde ausgesandt, um das Phänomen zu beschreiben und ein Bild davon anzufertigen. *) Es ist besonders die Insel Se he sure (Quelpaerts der Holländer), auf welcher die Berge überall eine vulkanische Kegelform zeigen. Der Centralberg erreicht nach La Pérouse und Broughton 6000 Fuß Höhe. Wie viel Vulkanisches mag nicht noch in dem westlichen Archipel zu entdecken sein, wo der König der Koreer in seinem Titel sich König von 10000 Inseln nennt!

Von dem Pic Horner (Kaimon ga take) an der westlichen Südspitze von Kiu-siu, im japanischen Drei-Inselreiche, zieht sich in einem Bogen, der gegen Westen geöffnet ist, eine kleine vulkanische Inselreihe hin, und begreift zwischen den Straßen Van Diemen und Colnett Jakuno sima und Tanega sima, dann südlich von der Straße Colnett in der Linschoten-Gruppe †) von Siebold (Archipel Cecille des Cap. Guérin), welche sich bis zum Parallel von 29° erstreckt, die Insel Suwase sima, die Vulkan-Insel des Cap. Belcher (Br. 29° 39' und Lg. 127° 21'): in Höhe von 2630 Fuß (855^{m}) nach de la Roche Poncié; dann Basil Hall's Schwefel-Insel (Sulphur Island), die Tori sima oder Vogel-Insel der Japaner, Lung-hoang-schan des Pater Gaubil: Br. 27° 51', Lg. 125° 54', nach der Bestimmung des Cap. de la Roche Poncié von 1848. Da sie auch Iwo sima genannt wird, so ist sie nicht mit der homonymen nördlicheren Insel in der Straße Van Diemen zu verwechseln. Die erstere ist von Basil Hall vortrefflich beschrieben worden. Zwischen 26° und 27° Breite folgen die Gruppe der Lieu-khieu- oder Lew-Chew-Inseln (von den Bewohnern Loo Choo genannt), von denen Klaproth bereits 1824 eine Specialkarte geliefert hat; und südwestlicher der kleine Archipel von Madschiko sima, welcher sich an die große Insel Formosa anschließt und von mir als das Ende der ost-asiatischen Inseln betrachtet wird. Nahe bei der östlichen Küste von Formosa (lat. 24°) ist vom Lieut. Boyle im October 1853 ein großer Vulkan-Ausbruch im Meere beobachtet worden (Commod. Perry, Exped. to Japan Vol. I. p. 500). In den Bonin-Inseln (Buna-Sima der Japaner, lat. 26°½ bis 27°¾, lg. 139° 55') hat Peel's Insel mehrere schwefel- und schlackenreiche, wie es scheint, vor nicht langer Zeit ausgebrannter Krater (Perry I. p. 200 und 209).

*) Vergl. die Uebersetzungen von Stanislas Julien aus der japanesischen Encyclopädie in meiner Asie centrale T. II. p. 551.

†) Vergl. Kaart van den Zuid- en Zuidwest-Kust van Japan door F. von Siebold 1851.

VI. Süd-asiatische Inseln.

Wir begreifen unter diese Abtheilung Formosa (Thaywan), die Philippinen, die Sunda-Inseln und die Molukken. Die Vulkane von Formosa hat uns zuerst Klaproth nach chinesischen, immer so ausführlich naturbeschreibenden Quellen kennen gelehrt.*) Es sind ihrer vier: unter denen der Tschy-kang (Rothberg), mit einem heißen Kratersee, große Feuerausbrüche gehabt hat. Die kleinen Baschi-Inseln und die Babuyanen, welche nach 1831 nach Meyen's Zeugniß einen heftigen Feuerausbruch erlitten, verbinden Formosa mit den Philippinen, von denen die zerstückelten und kleineren Inseln die vulkanreichsten sind. Leopold von Buch zählt auf ihnen 19 hohe isolirte Kegelberge, im Lande Volcanes genannt, aber wahrscheinlich theilweise geschlossene trachytische Dome. Dana glaubt, daß es im südlichen Luzon jetzt nur zwei entzündete Vulkane giebt: den Vulkan Taal, der sich in der Laguna de Bongbong erhebt; mit einem Circus, welcher wiederum eine Lagune einschließt (Kosmos 4. B. S. 763); und in dem südlichen Theile der Halbinsel Camarines den Vulkan Albay oder Mayon, welchen die Eingeborenen Isaroe nennen. Letzterer (3000 Fuß hoch) hatte große Eruptionen in den Jahren 1800 und 1814. In dem nördlichen Theile von Luzon sind Granit und Glimmerschiefer, ja selbst Sediment-Formationen mit Steinkohlen verbreitet.†)

Die langgedehnte Gruppe der Sulu- (Solo-) Inseln (wohl 100 an der Zahl), verbindend Mindanao und Borneo, ist theils vulkanisch, theils von Coralleuriffen durchzogen. Isolirte ungeöffnete, trachytische, kegelförmige Pics werden freilich von den Spaniern oft Volcanes genannt.

Wenn man alles, was im Süden vom fünften nördlichen Breitengrade (im Süden von den Philippinen) zwischen den Meridianen der Nicobaren und des Nordwestens von Neu-Guinea liegt: also die großen und kleinen Sunda-Inseln und die Molukken, streng durchmustert; so findet man als Resultat der großen Arbeit des Dr. Junghuhn „in einem Kranz von Inseln, welche das fast continentale Borneo umgeben, 109 hohe feuerspeiende Berge und 10 Schlamm-Vulkane.“ Dies ist nicht eine ohngefähre Schätzung, sondern eine wirkliche Aufzählung.

Borneo, die Giava maggiore des Marco Polo‡), bietet bis jetzt noch keine sichere Kunde von einem thätigen Vulkane dar; aber freilich sind auch nur schmale Streifen des Littorals (an der Nordwest-Seite bis zur kleinen Küsten-Insel Labuan und bis zum Cap Balambangan; an der Westküste am Ausfluß des Pontianak; an der südöstlichen Spitze im District Banjermas-Sing wegen der Gold-, Diamant- und

*) Vergl. meine Fragmens de Géologie et de Climatologie asiatiques T. I. p. 82, die gleich nach meiner Rückkehr von der sibirischen Expedition erschienen sind; und die Asie centrale: in welcher ich die von Klaproth geäußerte Meinung, der ich früher selbst anhing und die den Zusammenhang der Schneeberge des Himalaya mit der chinesischen Provinz Yun-nan und als Nanling nordwestlich von Canton wahrscheinlich machte, widerlegt habe. Die über 11000 Fuß hohen Gebirge von Formosa gehören, wie der, Fu-kian westlich begrenzende Ta-ju-ling, zu dem System der Meridian-Spalten am Oberen Assam im Lande der Birmanen und in der Gruppe der Philippinen.

†) Dana, Geology in der Explor. Exped. Vol. X. p. 540—545; Ernst Hofmann, geogn. Beob. auf der Reise von Otto von Kotzebue S. 70; Léop. de Buch, Description physique des Iles Canaries pag. 435—439. Vergl. des Piloten Don Antonio Morati große, vortreffliche Karte der Islas Filipinas (Madrid 1852) in zwei Blättern.

‡) Marco Polo unterscheidet (Parte III. cap. 5 und 8) Giava *minore* (Sumatra), wo er sich 5 Monate aufhielt und den in Java fehlenden Elephanten beschreibt (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. II. p. 218) von der früher beschriebenen Giava (maggiore), la quale, secondo dicono i marinai, che bene lo sanno, è l'isola più grande che sia al mondo. Diese Behauptung ist heute noch wahr. Nach den Umrissen der Karte von Borneo und Celebes von James Brooke und Cap. Rodney Mundy finde ich das Areal von Borneo 12920 geographische Quadratmeilen, nahe gleich dem von der Insel Neu-Guinea, aber nur 1/10 des Continents von Neu-Holland. Marco Polo's Nachricht von dem „vielen Golde und den großen Reichthümern, welche die mercanti di Zaiton e del Mangi“ von dort ausführen, beweist, daß er (wie auch noch Martin Behaim auf dem Nürnberger Globus von 1492 und Johann Ruysch in der, für die Entdeckungsgeschichte von Amerika so wichtigen, römischen Ausgabe des Ptolemäus von 1508 thun unter Java major Borneo versteht

Platina-Wäschen) bekannt. Man glaubt auch nicht, daß der höchste Berg der ganzen Insel, vielleicht der ganzen süd-asiatischen Inselwelt, der zweigipflige Kina Bailu an der Nordspitze, nur acht geogr. Meilen von der Piraten-Küste entfernt, ein Vulkan sei. Cap. Belcher findet ihn 12850 Pariser Fuß hoch, also fast noch 4000 Fuß höher als den Gunung Pasaman (Ophyr) von Sumatra.*) Dagegen nennt Rajah Brooke in der Provinz Sarawak einen viel niedrigeren Berg, dessen Name Gunung Api (Feuerberg im Malayaischen) wie seine umherliegenden Schlacken auf eine ehemalige vulkanische Thätigkeit schließen lassen. Große Niederlagen von Goldsand zwischen quarzigen Gangstücken, das viele Waschzinn der Flüsse an entgegengesetzten Ufern, der feldspathreiche Porphyr †) von den Sarambo-Bergen deuten auf eine große Verbreitung sogenannter Ur- und Uebergangs-Gebirge. Nach den einzigen sicheren Bestimmungen, welche wir von einem Geologen besitzen (von dem Dr. Ludwig Horner, Sohn des verdienstvollen Züricher Astronomen und Weltumseglers), werden im südöstlichen Theile von Borneo in mehreren schwunghaft bearbeiteten Wäschen vereint, ganz wie am sibirischen Ural, Gold, Diamanten, Platina, Osmium und Iridium (doch bisher nicht Palladium) gefunden. Formationen von Serpentin, Gabbro und Syenit gehören in großer Nähe einer 3200 Fuß hohen Gebirgskette, der der Ratuhs-Berge, an. ‡)

Von den übrigen drei großen Sunda-Inseln werden nach Junghuhn der noch jetzt thätigen Vulkane auf Sumatra 6 bis 7, auf Java 20 bis 23, auf Celebes 11; auf Flores 6 gezählt. Von den Vulkanen der Insel Java haben wir schon oben (Kosmos 4. B. S. 792—795) umständlich gehandelt. In dem noch nicht ganz durchforschten Sumatra sind unter 19 Kegelbergen von vulkanischem Ansehen sechs thätig. ||) Als solche sind erkannt: der Gunung Indrapura, ohngefähr 11500 F. hoch, nach zur See gemessenen Höhenwinkeln, und vielleicht von gleicher Höhe als der genauer gemessene Semeru oder Maha-Meru auf Java; der vom Dr. L. Horner erstiegene Gunung Pasaman, auch Ophir genannt (9010 F.), mit einem fast erloschenen Krater; der schwefelreiche Gunung Salasi, mit Schlacken-Auswürfen in den Jahren 1833 und 1845; Gunung Merapi (8980 F.): ebenfalls vom Dr. L. Horner, in Begleitung des Dr. Korthals, im Jahr 1834 erstiegen, der thätigste aller Vulkane Sumatra's und nicht mit den zwei gleichnamigen von Java §) zu verwechseln; Gunung Ipu, ein abgestumpfter, rauchender Kegel; Gunung Dempo im Binnenlande von Benkulen, zu zehntausend Fuß Höhe geschätzt.

So wie vier Inselchen als Trachytkegel, unter denen der Pic Rekata und Panahitam (die Prinzen-Insel) die höchsten sind, in der Sunda-Straße aufsteigen und die Vulkan-Reihe von Sumatra mit der gedrängten Reihe von Java verbinden; so schließt sich das östliche Ende Java's mit seinem Vulkan Idjen durch die thätigen Vulkane Gunung Batur und Gunung Agung auf der nahen Insel Bali an die lange Kette der Kleinen Sunda-Inseln an. In dieser folgen östlich von Bali der rauchende, nach der trigonometrischen Messung des Herrn Melville de Carnbee 11600 F. hohe Vulkan Rindjani auf der Insel Lombok; der Temboro (5500 F.) auf Sumbawa oder Sambawa: dessen die Luft verfinsternder Aschen- und Bimsstein-Ausbruch (April 1815) zu den größten gehört, deren Andenken die Geschichte aufbewahrt hat; ¶) sechs zum Theil noch rauchende Kegelberge auf Flores....

---

*) Cap. Mundy's Karte (Coast of Borneo proper 1847) giebt gar 14000 engl. Fuß (13135 Par. F.) an. Zweifel gegen diese Angabe s. in Junghuhn's Java Bd. II. S. 850. Der Coloß Kina Bailu ist kein Kegelberg; seiner Gestalt nach gleicht er vielmehr den, unter allen Breiten vorkommenden Basaltbergen, die einen langen Rücken mit zwei Endkuppen bilden.

†) Brookes Borneo and Celebes Vol. II. pag 382, 384 und 386.

‡) Horner in den Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van kunsten en wetenschappen Deel XVII. (1839) p. 284; Asie centr. T. III. p. 534—537.

||) Junghuhn, Java Bd. II. S. 809 (Battaländer Bd. I. S. 39).

§) Kosmos 4. Buch S. 791.

¶) Java Bd. II. S. 818—828.

Die große, vielarmige Insel Celebes enthält sechs Vulkane, die noch nicht alle erloschen sind; sie liegen vereinigt auf der nordöstlichen schmalen Halbinsel Menado. Neben ihnen sprudeln siedend heiße Schwefelquellen, in deren eine, nahe dem Wege von Sonder nach Lamovang, ein viel gewanderter und frei beobachtender Reisender, mein piemontesischer Freund, der Graf Carlo Vidua, einsank und an Brandwunden, welche der Schlamm erzeugte, den Tod fand. Wie in den Molukken die kleine Insel Banda aus dem, von 1586 bis 1824 thätigen, kaum 1700 F. Höhe erreichenden Vulkan Gunung Api; so besteht die größere Insel Ternate auch nur aus einem einzigen, an 5400 F. hohen Kegelberge, Gunung Gama Lama, dessen heftige Ausbrüche von 1838 bis 1849 (nach mehr als anderthalb-hundertjähriger gänzlicher Ruhe) zu zehn verschiedenen Epochen beschrieben worden sind. Nach Junghuhn ergoß sich bei der Eruption vom 3. Februar 1840 aus einer Spalte nahe bei dem Fort Toluko ein Lavastrom, der bis zum Gestade herabfloß *): „sei es, daß die Lava eine zusammenhangende, ganz geschmolzene Masse bildete; oder sich in glühenden Bruchstücken ergoß, welche herabrollten und durch den Druck der darauf folgenden Massen über die Ebene hingeschoben wurden." Wenn zu den hier einzeln genannten wichtigeren vulkanischen Kegelbergen die vielen sehr kleinen Insel-Vulkane zugefügt werden, deren hier nicht Erwähnung geschehen konnte, so steigt †), wie schon oben erinnert worden, die Schätzung aller südlich von dem Parallel des Caps Serangani auf Mindanao, einer der Philippinen, und zwischen den Meriadianen des Nordwest-Caps von Neu-Guinea in Osten und der Nicobaren- und Andaman-Gruppe in Westen gelegenen Feuerberge auf die große Zahl von 109. Diese Schätzung ist in dem Sinne gemacht, als „auf Java 45, meist kegelförmige und mit Kratern versehene Vulkane aufgezählt werden." Von diesen sind aber nur 21, von der ganzen Summe der 109 etwa 42 bis 45, als jetzt oder in historischen Zeiten thätige erkannt. Der mächtige Pic von Timor diente einst den Seefahrern zum Leuchtthurme, wie Stromboli. Auf der kleinen Insel Pulu Batu (auch P. Komba genannt), etwas nördlich von Flores, sah man 1850 einen Vulkan glühende Lava bis an den Meeresstrand ergießen; eben so früher (1812) und ganz neuerlich, im Frühjahr 1856, den Pic auf der größeren Sangir-Insel zwischen Magindanao und Celebes. Ob auf Amboina der berufene Kegelberg Wawani oder Ateti mehr als heißen Schlamm 1674 ergossen habe, bezweifelt Junghuhn, und schreibt gegenwärtig die Insel nur den Solfataren zu. Die große Gruppe der süd-asiatischen Inseln hängt durch die Abtheilung der westlichen Sunda-Inseln mit den Nicobaren und Andamanen des indischen Oceans, durch die Abtheilung der Molukken und Philippinen mit den Papuas, Pelew-Inseln und Carolinen der Südsee zusammen. Wir lassen aber hier zuerst die minder zahlreichen und zerstreuteren Gruppen des indischen Oceans folgen.

VII. Der indische Ocean.

Er begreift den Raum zwischen der Westküste der Halbinsel Malacca oder der Birmanen bis zur Ostküste von Afrika, also in seinem nördlichen Theile den bengalischen Meerbusen und das arabische und äthiopische Meer einschließend. Wir folgen der vulkanischen Thätigkeit des indischen Oceans in der Richtung von Nordost nach Südwest.

Barren Island (die Wüste Insel) in dem bengalischen Meerbusen, etwas östlich von der großen Andamans-Insel (Br. 12° 15), wird mit Recht ein thätiger Ausbruch-Kegel genannt, der aus einem Erhebungs-Krater hervorragt. Das Meer dringt durch eine schmale Oeffnung ein und füllt ein inneres Becken. Die Erscheinung dieser, von Horsburgh 1791 aufgefundenen Insel ist überaus lehrreich für die Bildungs-Theorie vulkani-

*) A. a. O. S. 840—842.

†) A. a. O. S. 853.

scher Gerüste. Man sieht hier vollendet und permanent, was in Santorin und an anderen Punkten der Erde die Natur nur vorübergehend darbietet. *) Die Ausbrüche im November 1803 waren, wie die des Sangay in den Cordilleren von Quito, sehr bestimmt periodisch, mit Intervallen von 10 Minuten; Leop. von Buch in den Abhandl. der Berl. Akademie aus den J. 1818—1819 S. 62.

Die Insel Narcondam (Br. 13° 24′), nördlich Barren Island, hat auch in früheren Zeiten vulkanische Thätigkeit gezeigt: eben so wie noch nördlicher und der Küste von Arracan nahe (10° 52′) der Kegelberg der Insel Cheduba (Silliman's American Journal Vol. 38 p. 385).

Der thätigste Vulkan, nach der Häufigkeit des Lava-Ergusses gerechnet, nicht bloß in dem indischen Ocean, sondern fast in der ganzen Süd-Hemisphäre zwischen den Meridianen der Westküste von Neu-Holland und der Ostküste von Amerika, ist der Vulkan der Insel Bourbon in der Gruppe der Mascareignes. Der größere, besonders der westliche und innere Theil der Insel, ist basaltisch. Neuere olivin-arme Basaltgänge durchsetzen das ältere, olivinreiche Gestein; auch Schichten von Ligniten sind in Basalt eingeschlossen. Die Culminationspunkte der Gebirgs-Insel sind le Gros Morne und la trois Salazes, deren Höhe la Caille zu 10000 Fuß überschätzte. Die vulkanische Thätigkeit ist jetzt auf den südöstlichen Theil, le Grand Pays brûlé, eingeschränkt. Der Gipfel des Vulkans von Bourbon, welcher fast jedes Jahr nach Hubert zwei, oft das Meer erreichende Lavaströme giebt, hat nach der Messung von Berth 7507 Fuß Höhe. †) Er zeigt viele Ausbruch-Kegel, denen man besondere Namen gegeben hat und die abwechselnd speien. Die Ausbrüche am Gipfel sind selten. Die Laven enthalten glasigen Feldspath, und sind daher mehr trachytisch als basaltisch. Der Aschenregen enthält oft Olivin in langen und feinen Fäden: ein Phänomen, das sich am Vulkan von Owaihi wiederholt. Ein starker, die ganze Insel Bourbon bedeckender Ausbruch solcher Glasfäden ereignete sich im Jahr 1821.

Von der nahen und großen Terra incognita, Madagascar, sind nur bekannt die weite Verbreitung des Bimssteins bei Tintingue, der französischen Insel Sainte Marie gegenüber; und das Vorkommen des Basalts südlich von der Bai von Diego Suarez, nahe bei dem nördlichsten Cap d'Ambre, umgeben von Granit und Gneiß. Der südliche Central-Rücken der Ambohistmene-Berge wird (wohl sehr ungewiß) auf 10000 Fuß geschätzt. Westlich von Madagascar, im nördlichen Ausgange des Canals von Mozambique, hat die größte der Comoro-Inseln einen brennenden Vulkan (Darwin, Coral Reefs p. 122.)

Die kleine vulkanische Insel St. Paul (38° 38′), südlich von Amsterdam, wird vulkanisch genannt nicht bloß wegen ihrer Gestaltung, welche an die von Santorin, Barren Island und Deception Island in der Gruppe der New-Shetland-Inseln lebhaft erinnert: sondern auch wegen der mehrfach beobachteten Feuer- und Dampf-Eruptionen in der neueren Zeit. Die sehr charakteristische Abbildung, welche Valentyn in seinem Werke über die Banda-Inseln bei Gelegenheit der Expedition des Willem de Vlaming (Nov. 1696) giebt, stimmt vollkommen, wie die Breiten-Angabe, mit den Abbildungen im Atlas der Expedition von Macartney und der Aufnahme von Capt. Blackwood (1842) überein. Die kraterförmige, fast eine englische Meile weite, runde Bai ist von nach innen senkrecht abgestürzten Felsen überall umgeben, mit Ausnahme einer schmalen Oeffnung, durch welche das Meer bei Fluthzeit eintritt. Die die Kraterränder bildenden Felsen fallen nach außen sanft und niedrig ab. ‡)

*) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin auf das Jahr 1818 und 1819 S. 62; Lyell, Princ. of Geology (1853) p. 447, wo eine schöne Abbildung und Projection des Vulkans gegeben ist.

†) Bory de St. Vincent, Voyage aux quatre Iles d'Afrique T. II. p. 429.

‡) Valentyn, Beschryving van Oud en Nieuw Oost-Indiën Deel III. (1726) p. 70: Het Eyland St. Paulo. (Vergl. Lyell, Princ. p. 446.)

Die 50 Minuten nördlicher gelegene Insel Amsterdam (37° 48′) besteht nach Valentyn's Abbildung aus einem einzigen, waldreichen, etwas abgerundeten Berge, auf dessen höchstem Rücken sich ein kleiner cubischer Fels, fast wie auf dem Cofre de Perote im mexicanischen Hochlande, erhebt. Während der Expedition von d'Entrecasteaux (März 1792) wurde die Insel zwei Tage lang ganz in Flammen und Rauch gehüllt gesehen. Der Geruch des Rauches schien auf einen Wald- und Erdbrand zu deuten, man glaubte freilich hier und da auch Dampfsäulen aus dem Boden nahe dem Ufer aufsteigen zu sehen; doch waren die Naturforscher, welche die Expedition begleiteten, schließlich der Meinung, daß das räthselhafte Phänomen wenigstens nicht dem Ausbruch *) des hohen Berges, als eines Vulkans, zuzuschreiben sei. Als sichrere Zeugen älterer und ächt vulkanischer Thätigkeit auf der Insel Amsterdam dürfte man wohl eher die Schichten von Bimsstein (utigebranden puimsteen) anführen, deren schon Valentyn nach Vlaming's Schiffsjournal von 1696 erwähnt.

In Südost der Endspitze von Afrika liegen Marion's oder Prinz Eduard's

*) "Nous n'avons pu former," sagt d'Entrecasteaux, "aucune conjecture sur la cause de l'incendie de l'Ile d'Amsterdam. L'île étoit embrasée dans toute son étendue, et nous avons bien distinctement reconnu l'odeur de bois et de terre brûlés. Nous n'avons rien senti qui pût faire présumer que l'embrasement fût l'effet d'un volcan" (T. I. p. 45). "Cependant", heißt es einmal früher (p. 43), "l'on a remarqué le long de la côte que nous avons suivie, et d'où la flamme étoit assez éloignée, de petites bouffés de fumée qui sembloient sortir de la terre comme par jets; on n'a pu néanmoins distinguer la moindre trace de feu tout autour, quoique nous fussions trèsprès de la terre. Ces jets de fumée se montrant par intervalles ont paru à MM. les naturalistes être des indices presque assurés de feux souterrains." Soll man hier auf Erdbrände, auf Entzündung von Ligniten schließen, deren Schichten, von Basalt und Tuff bedeckt, auf vulkanischen Inseln (Bourbon, Kerguelen-Land und Island) so häufig vorkommen? Der *Surtarbrand* auf der letztgenannten Insel hat seinen Namen nach scandinavischen Mythen von dem, den Weltbrand verursachenden Feuer-Riesen Surtr. Aber die Erdbrände selbst verursachen gewöhnlich keine Flammen. — Da in neuerer Zeit die Namen der Inseln Amsterdam und St. Paul leider auf Karten oft verwechselt worden sind; so ist, damit, bei ihrer sehr verschiedenen Gestaltung, nicht der einen zugeschrieben werde, was auf der anderen beobachtet wird, hier im allgemeinen zu bemerken, daß von den fast unter einem und demselben Meridian liegenden zwei Inseln ursprünglich (schon am Ende des 17ten Jahrhunderts) die südliche St. Paul, die nördliche Amsterdam benannt wurde. Der Entd cker Vlaming gab der ersteren die Breite von 38° 40′, der zweiten 37° 48′ im Süden des Aequators. Diese Benennung und Ortsbestimmungen kommen merkwürdig mit dem überein, was ein Jahrhundert später d'Entrecasteaux auf der Expedition zur Aufsuchung von La Pérouse gefunden hat (Voyage T. I. p. 43—45): nämlich für Amsterdam nach Beautemps-Beaupré 37° 47′ 46″ (long. 75° 51′), für St. Paul 38° 38′. Eine so große Uebereinstimmung muß für Zufall gelten, da die Beobachtungsörter gewiß nicht ganz dieselben waren. Dagegen hat Capt. Blackwood auf seiner Admiralitäts-Karte von 1842 für St. Paul 38° 44′ und long. 75° 17′. Auf den Karten, welche der Original-Ausgabe der Reisen des unsterblichen Weltumseglers Cook beigegeben worden sind: z. B. der der ersten und zweiten Expedition (Voyage to the South Pole and round the World, London 1777, p. 1), wie der dritten und letzten Reise (Voyage to the Pacific Ocean, published by the Admiralty, London 1784, in 2d ed. 1785), ja selbst aller drei Expeditionen (A general Chart, exhibiting the discoveries of Capt. Cook in this 3d and two preceeding voyages, by Lieut. Henry Roberts); ist die Insel St. Paul sehr richtig als die südlichere angegeben: aber in dem Texte der Reise von d'Entrecasteaux (T. I. p. 44) wird tadelnd erwähnt (ob mit Recht, bleibt mir bei vielem Nachsuchen der Ausgaben auf den Bibliotheken von Paris, Berlin und Göttingen mehr als zweifelhaft), „daß auf der Specialkarte der letzten Cook'schen Expedition die Insel Amsterdam südlicher als St. Paul gesetzt sei." Wenn eine eben solche Umkehrung der Benennungen im ersten Drittel des jetzigen Jahrhunderts, z. B. auf den älteren verdienstlichen Weltkarten von Arrowsmith und Purdy (1833), ganz gegen den ursprünglichen Willen des Entdeckers, Willem de Vlaming, häufig ist; so haben wohl mehr noch als eine Specialkarte von Cook's dritter Reise dazu gewirkt: 1) die Willkühr auf den Karten von Cox und Mortimer; 2) der Umstand, daß in dem Atlas der Reise von Lord Macartney nach China die schön und rauchend abgebildete vulkanische Insel zwar sehr richtig St. Paul, unter lat. 38° 42′, genannt wird, aber mit dem bösen Beisatz, "commonly called Amsterdam"; und daß, was noch schlimmer ist, in der Reisebeschreibung selbst Staunton und Dr. Gillan dies "Island still in a state of inflammation" immerfort Amsterdam nennen, ja sogar p. 226 hinzusetzen (nachdem sie p. 219 die wahre Breite gegeben): "that St. Paul is lying to the northward of Amsterdam"; 3) die gleiche Verwechselung der Namen durch Barrow (Voyage to Cochinchina in the years 1792 and 1793 p. 140—157), der die Rauch und Flammen gebende, südlichere Insel, welcher er ebenfalls die Breite von 38° 42′ beilegt, auch Amsterdam nennt. Malte-Brun (Précis de la Géographie universelle T. V. 1817 p. 146) beschuldigt Barrow mit Recht, aber sehr irrig Mr. de Rossel und Beautemps-Beaupré. Die letzteren beiden geben der Insel Amsterdam, die sie allein abbilden, 37° 47′; der Insel St. Paul, weil sie 50′ südlicher liegt, 38° 38′ (Voyage de Dentrecasteaux 1808 T. I. p. 40—46); und zum Beweise, daß die Abbildung die wahre Insel Amsterdam von Willem de Vlaming vorstellt, fügt Beautemps-Beaupré in seinem Atlas die Copie des viel bewaldeten Amsterdam aus Valentyn hinzu. Weil der berühmte Seefahrer Abel Tasman 1642 neben Middelburg, in der Tonga-Gruppe, die Insel Tongatabu Amsterdam genannt hat (Burney, chronological history of the Voyages and Discoveries in the South-Sea or Pacific Ocean Part. III. p. 81 und 437), in lat. 21° ½; so ist wieder aus Mißverständniß bisweilen Tasman als Entdecker von Amsterdam und St. Paul im indischen Ocean aufgeführt worden; s. Leidenfrost, historisches Handwörterbuch Bd. V. S. 310.

Insel (47° 2′) und Possession Island (46° 28′ Br. und 49° 36′ Lg.), zur Crozet-Gruppe gehörig. Beide zeigen Spuren ehemaliger vulkanischer Thätigkeit: kleine conische Hügel *), mit Ausbruch-Oeffnungen von säulenförmigem Basalt umgeben.

Oestlich, fast in derselben Breite, folgt Kerguelen's Insel (Cook's Island of Desolation), deren erste geologische Beschreibung wir ebenfalls der folgereichen, glücklichen Expedition von Sir James Roß verdanken. Bei dem von Cook benannten Christmas Harbour (Br. 48° 41′, Lg. 66° 42′) umwickeln Basaltlaven, mehrere Fuß dicke, fossile Holzstämme; dort bewundert man auch den malerischen Arched Rock, eine natürliche Durchfahrts-Oeffnung in einer schmalen vortretenden Basaltmauer. In der Nähe befinden sich: Kegelberge, deren höchste zu 2500 Fuß ansteigen, mit ausgebrannten Kratern; Grünstein- und Porphyr-Massen, von Basaltgängen durchsetzt; Mandelstein mit Quarzdrusen bei Cumberland Bay. Am merkwürdigsten sind die vielen Kohlenschichten, von Trappfels (Dolerit wie am hessischen Meißner?) bedeckt, im Ausgehenden von der Dicke weniger Zolle bis vier Fuß Mächtigkeit. †)

Wenn man einen allgemeinen Blick auf das Gebiet des indischen Oceans wirft, so sieht man die in Sumatra nordwestlich gekrümmte Extremität der Sunda-Reihe sich verlängern durch die Nicobaren, die großen und kleinen Andamanen; und die Vulkane von Barren Island, Narcondam und Chebuba fast parallel der Küste von Malacca und Tanasserim in den östlichen Theil des Meerbusens von Bengalen eintreten. Längs den Küsten von Orissa und Coromandel ist der westliche Theil des Busens inselfrei: denn das große Ceylon hat, wie Madagascar, einen mehr continentalen Charakter. Dem jenseitigen Littoral der vorder-indischen Halbinsel (der Hochebene von Nil-Gerri, und den Küsten von Canara und Malabar) gegenüber schließt von 14° nördlicher bis 8° südlicher Breite eine nord-südlich gerichtete Reihe von drei Archipelen (der Lakediven, Maldiven und Chagos) sich durch die Bänke von Sahia de Malha und Cargados Carajos an die vulkanische Gruppe der Mascareignes und an Madagascar an: alles, so weit es sichtbar, Gebäude von Corallen-Polypen, wahre Atolls oder Lagunen-Riffe: nach Darwin's geistreichen Vermuthungen, daß hier ein weiter Raum des Meergrundes nicht eine Erhebungs-, sondern eine Senkungs-Fläche (area of subsidence) bildet.

VIII. Die Südsee.

Wenn man den Theil der Erdoberfläche, welcher gegenwärtig von Wasser bedeckt ist, mit dem Areal des Festen vergleicht (ohngefähr ‡) im Verhältniß von 2,7 zu 1), so erstaunt man in geologischer Hinsicht über die Seltenheit der heute noch thätig gebliebenen Vulkane in der oceanischen Region. Die Südsee, deren Oberfläche beinahe um $\frac{1}{6}$ größer ist als die Oberfläche aller Festen unseres Planeten; die Südsee, welche in der Aequinoctial-Region von dem Archipel [illegible]pagos bis zu den Pelew-Inseln eine Breite von nahe an $\frac{2}{5}$ des ganzen Erdum[illegible]eigt weniger rauchende Vulkane, weniger Oeffnungen, durch welche das In[illegible]en noch mit seiner Luft-Umhüllung in thätigem Verkehr steht, als die einzig[illegible] Der Geologe der großen amerikanischen Exploring Expedition (1838-[illegible] Befehle von Charles Wilkes, der geistreiche James Dana, hat d[illegible]ienst, sich auf seine eigenen Erforschungen und die fleißige Zusamm[illegible] ält:ren Beobachtungen gründend, zuerst durch [illegible]gemeinerun[illegible]altung, Ver[illegible] und Achsenrichtung der In[illegible]; über [illegible] Period[illegible]nkung und Erhebung gro[illegible]n des M[illegible] über [illegible]elt der Südsee verbreitet

[illegible]Rss. V[illegible] [illegible]ungen vom Prof Rigaud
[illegible] Berichlage: i. meine

zu haben. Wenn ich aus seinem Werke und aus den vortrefflichen Arbeiten von Charles Darwin, dem Geologen der Expedition des Capt. Fitzroy (1832—1836), schöpfe, ohne sie jedesmal einzeln zu nennen; so kann bei der hohen Achtung, welche ich ihnen seit so vielen Jahren zolle, dies hier nicht gemißdeutet werden.

Ich vermeide gern die so willkührlichen und nach ganz verschiedenen Grundsätzen der Vielheit und Größe, oder der Hautfarbe und Abstammung der Bewohner geschaffenen Abtheilungen: Polynésie, Micronésie, Melanésie und Malaise*); und beginne die Aufzählung der noch thätigen Vulkane der Südsee mit denen, welche nördlich vom Aequator liegen. Ich gehe später in der Richtung von Osten nach Westen zu den zwischen dem Aequator und dem Parallel von 30° südl. Breite liegenden Inseln über. Die vielen Basalt- und Trachyt-Inselchen, mit ihren zahllosen, zu ungleicher Zeit einst eruptiven Kratern, dürfen allerdings nicht ordnungslos zerstreut†) genannt werden. Man erkennt bei der größeren Zahl, daß ihre Erhebung auf weit ausgedehnten Spalten und unterseeischen Gebirgszügen geschah, die regions- und gruppenweise bestimmten Richtungen folgen und, ganz wie wir bei den continentalen Gebirgszügen von Inner-Asien und vom Caucasus erkennen, zu verschiedenen Systemen gehören; aber die Raumverhältnisse der Oeffnungen, welche zu einer bestimmten Epoche sich noch gleichzeitig thätig zeigen, hangen bei ihrer so überaus geringen Zahl wahrscheinlich von den sehr localen Störungen ab, welche die zuführenden Spalten erleiden. Linien, welche man versuchen könnte durch drei, jetzt gleichzeitig thätige Vulkane zu legen, deren gegenseitige Entfernung zwischen 600 und 750 geographische Meilen beträgt, ohne eruptive Zwischenglieder (ich bezeichne drei gegenwärtig zugleich entzündete Vulkane: Mauna Loa mit Kilauea an seinem östlichen Abhange, den Kegelberg von Tanna in den Neuen Hebriden, und Assumption in den nördlichen Ladronen); würden uns über nichts belehren können, was im allgemeinen mit der Genesis der Vulkane im Becken der Südsee zusammenhängt. Anders ist es, wenn man sich auf einzelne Inselgruppen beschränkt und sich in die, vielleicht vor-historischen Epochen versetzt, wo die vielen, jetzt erloschenen, an einander gereihten Krater der Ladronen (Marianen), der Neuen Hebriden und der Salomons-Inseln thätig waren: aber dann gewiß nicht in einer Richtung von Südost nach Nordwest oder von Norden nach Süden allmälig erloschen. Ich nenne hier vulkanische Inselreihen des hohen Meeres, denen aber auch analog sind die Aleuten und andere wahre Küsten-Inseln. Allgemeine Schlüsse über die Richtung eines Erkaltungs-Processes sind täuschend, weil die freie oder gestörte Zuleitung temporär darauf einwirkt.

*) D'Urville, Voyage de la Corvette l'Astrolabe 1826—1829 Atlas Pl. I: 1) Die Polynésie soll enthalten den östlichen Theil der Südsee (die Sandwich-Inseln, Tahiti und den Tonga-Archipel; aber auch Neu-Seeland); 2) Micronésie und Melanésie bilden den westlichen Theil der Südsee; die erstere erstreckt sich von Kauai, der westlichsten Insel der Sandwich-Gruppe, bis nahe an Japan und die Philippinen, und reicht südlich bis an den Aequator: begreifend die Marianen (Ladronen), Carolinen und Pelew-Inseln; 3) Melanésie (wegen der dunkellockigen Menschenrace) in Nordwest an die Malaisie grenzend, umfaßt die kleinen Archipele von Viti oder Fidji, der Neuen Hebriden und Salomons-Inseln; ferner die größeren Inseln Neu-Caledonien, Neu-Britannien, Neu-Irland und Neu-Guinea. Die oft geographisch so widersprechend angewandten Namen Océanie und Polynésie sind von Malte-Brun (1813) und von Lesson (1828) eingeführt.

†) "The epithet *scattered* as applied to the islands of the Ocean (in the arrangement of the groups) conveys a very incorrect idea of their positions. There is a sytem in their arrangement as regular as in the mountain heights of a continent, and ranges of elevations are indicated, as grand and extensive, as any continent presents." Geology by J. Dana, or United States. Exploring Exped. under the command of Charles Wilkes, Vol. X. (1849) p. 12. Dana zählt in der ganzen Südsee, kleine Klippen-Inseln abgerechnet, auf 350 basaltische oder trachytische und 290 Corallen-Inseln. Er theilt sie in 25 Gruppen, von denen 19 im Mittel die Achsenrichtung N 50° — 60° W und 6 die Achsenrichtung N 20°—30° O haben. Ueberaus auffallend ist, daß diese Zahl von Inseln alle, wenige Ausnahmen (wie die Sandwich-Gruppe und Neu-Seeland) abgerechnet, zwischen 23° 28′ nördlicher und südlicher Breite liegen, und daß ein so ungeheurer inselleerer Raum östlich von der Sandwich- und der Nukahiva-Gruppe bis zu den amerikanischen Küsten von Mexico und Peru übrig bleibt. Dana fügt zugleich die Betrachtung hinzu, welche mit der so unbedeutend kleinen Zahl jetzt thätiger Vulkane contrastirt: daß, wenn wahrscheinlicherweise die Corallen-Eilande da, wo sie zwischen ganz basaltischen Inseln liegen, ebenfalls ein basaltisches Fundament haben, die Zahl der unter- und überseeischen Vulkan-Oeffnungen (submariner und subaerialer) auf mehr denn tausend angeschlagen werden kann (p. 17 und 24).

Mauna Loa* (nach englischer Schreibart Mouna Loa), durch die genaue Messung*) der amerikanischen Exploring Expedition von Capt. Wilkes 12909 F. hoch befunden, also 1500 Fuß höher als der Pic von Teneriffa, ist der mächtigste Vulkan der Südsee-Inseln und der einzige jetzt noch recht thätige in dem ganz vulkanischen Archipelagus der Hawaii- oder Sandwich-Inseln. Die Gipfel-Krater, von denen der größere über 12000 F. Durchmesser hat, zeigen im gewöhnlichen Zustande einen festen, von erkalteter Lava und Schlacken gebildeten Boden, aus welchem kleine dampfende Auswurfs-Kegel aufsteigen. Die Gipfel-Oeffnungen sind im ganzen wenig thätig; doch haben sie im Juni 1832 und im Januar 1843 viele Wochen lang dauernde Eruptionen gegeben, ja Lavaströme von 5 bis 7 geogr. Meilen Länge, den Fuß des Mauna Kea erreichend. Das Gefälle (die Inclination) des, ganz zusammenhängenden, fließenden Stroms †) war meist 6°, oft 10°—15°, ja selbst 25°. Sehr merkwürdig ist die Gestaltung des Mauna Loa dadurch, daß der Vulkan keinen Aschenkegel hat, wie der Pic von Teneriffa, wie Cotopaxi und so viele andere Vulkane; auch daß Bimsstein fast ganz fehlt ‡): ohnerachtet die schwärzlich grauen, mehr trachytartigen als basaltischen Laven des Gipfels feldspathreich sind. Für die außerordentliche Flüssigkeit der Laven des Mauna Loa, sie mögen aus dem Gipfel-Krater (Mokua-weo-weo) oder aus dem Lavasee (am östlichen Abfall des Vulkans, in nur 3724 F. Höhe über dem Meere) aufsteigen, zeugen die bald glatten, bald gekräuselten Glasfäden, welche der Wind über die ganze Insel verbreitet. Dieses Haarglas, das auch der Vulkan von Bourbon ausstößt, wird auf Hawaii (Owyhee) nach der Schutzgöttinn des Landes Pele's Haar genannt.

Dana hat scharfsinnig gezeigt, daß Mauna Loa kein Central-Vulkan für die Sandwich-Inseln und der Lavasee Kilauea keine Solfatare ist. ‖) Das Becken von Kilauea hat im langen Durchmesser 15000 Fuß (fast ⅔ einer geogr. Meile), im kleinen Durchmesser 7000 Fuß. Die dampfend aufkochende und aufsprühende Flüssigkeit, der eigentliche Lavapfuhl, füllt aber im gewöhnlichen Zustande nicht diese ganze Höhlung, sondern nur einen Raum, der im Längen-Durchmesser 13000, im Breiten-Durchmesser 4800 Fuß hat. Man steigt an den Kraterrändern stufenweise herab. Das große Phänomen läßt einen wunderbaren Eindruck von Stille und feierlicher Ruhe. Die Nähe eines Ausbruchs verkündigt sich hier nicht durch Erdbeben oder unterirdisches Geräusch, sondern bloß durch plötzliches Steigen und Fallen der Oberfläche der Lava, bisweilen mit einem Unterschiede von drei- und vierhundert Fuß bis zur Erfüllung des ganzen Beckens. Wenn man geneigt wäre, nicht achtend die ungeheuren Unterschiede der Dimensionen, das Riesenbecken von Kilauea mit den kleinen, durch Spallanzani zuerst berühmt gewordenen Seiten-Kratern am Abhange des Stromboli in ⅙ Höhe des am Gipfel ungeöffneten Berges zu vergleichen: also mit Becken aufkochender Lava von nur 30 bis 200 Fuß Durchmesser; so müßte man vergessen, daß die Feuerschlünde am Abhange des Stromboli Schlacken bis zu großer Höhe ausstoßen, ja selbst Laven ergießen. Wenn der große Lavasee von Kilauea

---

*) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 767.

†) Dana, Geology of the U. S. Explor. Exped. p. 208 und 210.

‡) Dana p. 193 und 201. Die Abwesenheit von Aschenkegeln ist auch sehr merkwürdig in den Lavaströme ergießenden Vulkanen der Eifel. Daß es aber aus dem Gipfel-Krater des Mauna Loa auch Aschen-Ausbrüche geben kann, beweist die sichere Nachricht, welche der Missionar Dibble aus dem Munde der Augenzeugen geschöpft hat und nach welcher während des Krieges Kamehameha's gegen die Aufrührer im Jahr 1789 ein mit Erdbeben begleiteter Ausbruch heißer Asche eine nächtliche Finsterniß über die Umgegend verbreitete (p. 183). Ueber die vulkanischen Glasfäden (Haar der Göttin Pele: die vor ihrer Uebersiedelung nach Hawaii den jetzt erloschenen Vulkan Hale-a-Kala, das Sonnenhaus, der Insel Maui bewohnte) s. p. 179 und 199—200.

‖) Dana p. 205: "The term *Solfatara* is wholly missapplied. A Solfatara is an area with steaming fissures and escaping sulphur vapours, and without proper lava ejections; while *Kilauea* is a vast crater with extensive lava ejections and no sulphur, except that of the sulphur banks, beyond what necessarily accompanies, as at Vesuvius, violent volcanic action." Das Gerüste von Kilauea, die Masse des großen Lavabeckens, besteht auch keinesweges aus Schichten von Asche oder fragmentarischem Gestein, sondern aus horizontalen Lavaschichten, gelagert wie Kalkstein. Dana p. 193. (Vergl. Strzelecki, phys. descr. of New South Wales 1845 p. 105—111.)

(der untere und secundäre Krater des thätigen Vulkans Mauna Loa) auch bisweilen seine Ränder zu überströmen droht, so erzeugt er doch nie durch wirklich erreichte Ueberströmung einen eigentlichen Lavastrom. Diese entstehen durch Abzug nach unten, durch unterirdische Canäle, durch Bildung neuer Ausbruchs-Oeffnungen in der Entfernung von 4 bis 5 geographischen Meilen: also in noch weit tiefer liegenden Punkten. Nach solchen Ausbrüchen, welche der Druck der ungeheuren Lavamasse im Becken von Kilauea veranlaßt, sinkt die flüssige Oberfläche in diesem Becken.*)

Von den zwei anderen hohen Bergen Hawaii's, Mauna Kea und Mauna Hualalai, ist der erstere nach Capt. Wilkes 180 Fuß höher als Mauna Loa: ein Kegelberg, auf dessen Gipfel jetzt nicht mehr ein Terminal-Krater, sondern nur längst erloschene Schlackenhügel zu finden sind. Mauna Hualalai* hat ohngefähr 9400 Fuß Höhe, und ist noch gegenwärtig entzündet. Im Jahr 1801 war eine Eruption, bei welcher die Lava westwärts das Meer erreichte. Den drei Bergcolossen Loa, Kea und Hualalai, die aus dem Meeresboden aufstiegen, verdankt die ganze Insel Hawaii ihre Entstehung. In der Beschreibung der vielen Besteigungen des Mauna Loa, unter denen die der Expedition von Capt. Wilkes sich auf 28 Tage lange Forschungen gründete, wird von Schneefall bei einer Kälte von 5 bis 8 Centesimal-Graden unter dem Gefrierpunkt, auch von einzelnen Schneeflecken geredet, welche man schon in der Ferne durch Telescope am Gipfel des Vulkans unterscheiden konnte; nie aber von perpetuirlichem Schnee. †) Ich habe schon früher erinnert, daß nach den Höhenmessungen, die man gegenwärtig für die genauesten halten kann, der Mauna Loa (12909 F.) und Mauna Kea (13089 F.) noch um 950 und 770 Fuß niedriger sind, als ich die untere Grenze des ewigen Schnees in dem Continental-Gebirge von Mexico unter 19°¼ Breite gefunden habe. Auf einer kleinen Insel sollte wegen geringerer Temperatur der unteren Luftschichten in der heißesten Jahreszeit der Tropenzone und wegen des größeren Wassergehalts der oberen Atmosphäre die ewige Schneelinie wohl etwas tiefer liegen.

Die Vulkane von Tafoa* und Amargura* in der Tonga-Gruppe sind beide thätig, und der letztere hat einen beträchtlichen Lava-Ausfluß am 9. Juli 1847 gehabt. ‡) Ueberaus merkwürdig und mit den Erfahrungen übereinstimmend, daß die Corallenthiere die Küsten jetzt oder vor nicht langer Zeit entzündeter Vulkane scheuen, ist der Umstand, daß die an Corallenriffen reichen Tonga-Inseln Tafoa und der Kegel von Kao davon ganz entblößt sind. ||)

Es folgen die Vulkane von Tanna* und Ambrym*, letzterer westlich von Mallicollo in dem Archipel der Neuen Hebriden. Der Vulkan von Tanna, zuerst von Reinhold Forster beschrieben, wurde schon bei Cook's Entdeckung der Insel 1774 in vollem Ausbruch gefunden. Er ist seitdem immer thätig geblieben. Da seine Höhe kaum 430 Fuß beträgt, so ist er mit dem bald zu nennenden Vulkan von Mendana und dem japanischen Vulkan von Kosima einer der niedrigsten feuerspeienden Kegelberge. Auf Mallicollo findet sich viel Bimsstein.

---

*) Dieses merkwürdige Sinken des Lavaspiegels bestätigen die Erfahrungen so vieler Reisenden, von Ellis, Stewart und Douglas bis zu dem verdienstvollen Grafen Strzelecki, der Expedition von Wilkes und dem so aufmerksam beobachtenden Missionar Coan. Bei dem großen Ausbruch im Juni 1840 ist der Zusammenhang der Anschwellung der Lava im Kilauea mit der plötzlichen Entzündung des so viel tiefer gelegenen Kraters Arare am entscheidensten gewesen. Das Verschwinden des aus Arare ergossenen Lavastromes, sein abermals unterirdischer Lauf und endliches Wiedererscheinen in größerer Mächtigkeit läßt nicht gleich sicher auf Identität schließen, da sich gleichzeitig am ganzen Abhange des Berges unterhalb des Horizonts des Bodens vom Kilauea-Becken viele lavagebende Längenspalten geöffnet haben. Sehr bemerkenswerth ist es auch für die innere Constitution dieses sonderbaren Vulkans von Hawaii daß im Juni 1832 beide Krater, der des Gipfels und der von Kilauea, Lavaströme ergossen und veranlaßten, also gleichzeitig thätig waren. (Vergl. Dana p. 184, 188, 193 und 196.)

†) Wilkes p. 114, 140 und 157; Dana p. 221. Wegen der ewigen Verwechselungen von r und l wird für Mauna Loa oft M. Roa und für Kilauea: Kirauea geschrieben.

‡) Dana p. 25 und 138.

||) Dana, Geology of the U. S. Explor. Exped. p. 138 (vergl. Darwin, Structure of Coral Reefs p. 60).

Mathew's Rock*: eine sehr kleine rauchende Felsinsel von kaum 1110 Fuß Höhe, deren Ausbruch d'Urville im Januar 1828 beobachtet hat. Sie liegt in Osten von der Südspitze Neu-Caledoniens.

Vulkan von Tinakoro* in der Vanikoro- oder Santa-Cruz-Gruppe.

In demselben Archipel von S. Cruz, wohl 20 geogr. Meilen in NNW von Tinakoro, erhebt sich aus dem Meere, mit kaum 200 Fuß Höhe, der schon von Mendana 1595 gesehene Vulkan* (Br. 10° 23′ südl.). Seine Feuerausbrüche sind bisweilen periodisch von 10 zu 10 Minuten gewesen; bisweilen, wie zur Zeit der Expedition von d'Entrecasteaux, war der Krater selbst die Dampfsäule.

In der Salomons-Gruppe ist entzündet der Vulkan der Insel Sesarga*. Nahe dabei, also auch noch am südöstlichen Ende der langen Inselreihe gegen die Vanikoro- oder Santa-Cruz-Gruppe hin, wurde schon an der Küste von Guadalcanar vulkanische Ausbruch-Thätigkeit bemerkt.

In den Ladronen oder Marianen, im nördlichen Theil der Inselreihe, die auf einer Meridian-Spalte ausgebrochen scheint, sollen noch thätig sein Guguan*, Pagon* und der Volcan grande von Asuncion*.

Die Küstenrichtung des kleinen Continents von Neu-Holland, besonders die Veränderung derselben, welche die Ostküste unter 25° südlicher Breite (zwischen Cap Hervey und der Moreton-Bai) erleidet, scheint sich in der Zone nahe gelegener östlicher Inseln zu reflectiren. Die große südliche Insel von Neu-Seeland, und die Kermadec- und Tonga-Gruppe streichen von Südwest nach Nordost: wie dagegen der nördliche Theil der Nord-Insel von Neu-Seeland, von der Bay of Plenty bis Cap Oton, Neu-Caledonien und Neu-Guinea, die Neuen Hebriden, die Salomons-Inseln, Neu-Irland und Neu-Britannien von Südost in Nordwest, meist N 48° W, streichen. Leopold von Buch*) hat zuerst sehr scharfsinnig auf dieses Verhältniß zwischen Continental-Massen und nahen Inseln im griechischen Archipel und dem australischen Corallenmeere aufmerksam gemacht. Auch auf den Inseln des letzteren Meeres fehlen nicht, wie schon beide Forster (Cook's Begleiter) und La Billardière gelehrt, Granit und Glimmerschiefer, die quarzreichen, einst so genannten uranfänglichen Gebirgsarten. Dana hat sie ebenfalls auf der Nord-Insel von Neu-Seeland, westlich von Tipuna, in der Bay of Islands †) gesammelt.

Neu-Holland zeigt nur in seiner Südspitze (Australia Felix), am Fuß und südlich von dem Grampian-Gebirge, frische Spuren alter Entzündung; denn nordwestlich von Port Phillip findet man nach Dana eine Zahl vulkanischer Kegel und Lavaschichten, wie ebenfalls gegen den Murray-Fluß hin (Dana p. 453).

Auf Neu-Britannia* liegen an der Ost- und Westküste wenigstens 3 Kegel, die in historischen Zeiten, von Tasman, Dampier, Carteret und La Billardière, als entzündet und lavagebend beobachtet wurden.

Zwei thätige Vulkane sind auf Neu-Guinea*, an der nordöstlichen Küste, den obsidianreichen Admiralitäts-Inseln und Neu-Britannien gegenüber.

Auf Neu-Seeland, von dem wenigstens die Geologie der Nord-Insel durch das wichtige Werk von Ernst Dieffenbach und die schönen Forschungen Dana's aufgeklärt worden ist, durchbricht an mehreren Punkten basaltisches und trachytisches Gestein die allgemeiner verbreiteten plutonischen und sedimentären Gebirgsarten: so in einem überaus kleinen Areal, nahe bei der Bay of Islands (lat. 35° 2′), wo sich die mit erloschenen Kratern gekrönten Aschenkegel Turoto und Poerna erheben; so südlicher (zwischen 37°½ und 39°¼ Breite), wo der vulkanische Boden die ganze Mitte der Nord-Insel durch-

*) Léopold de Buch, Description phys. des Iles Canaries 1836 p. 393 und 403—405.

†) S. Dana a. a. O. p. 438—446 und über die frischen Spuren alt-vulkanischer Thätigkeit auf Neu-Holland p. 453 und 457, wie über die vielen Säulen-Basalte in Neu-Süd-Wales und Van Diemen's Land p. 495—510; und E. de Strzelecki, phys. descr. of New South Wales p. 112.

zieht: von Nordost nach Südwest in mehr denn 40 geographischen Meilen Länge, von der östlichen Bay of Plenty bis zum westlichen Cap Egmont. Diese Zone vulkanischer Thätigkeit durchschneidet hier, wie wir schon in einem weit größeren Maßstabe in dem mexicanischen Festlande gesehen haben, als Queerspalte von Meer zu Meer, von NO in SW das innere, nord-südliche Längen-Gebirge, welches der ganzen Insel ihre Form zu geben scheint. Auf seinem Rücken stehen, wie an Durchschnittspunkten, die hohen Kegel Tongariro* (5816 F.), an dessen Krater auf der Höhe des Aschenkegels Bidwill gelangt ist, und etwas südlicher Ruapahu (8450 F.). Das Nordost-Ende der Zone bildet in der Bay of Plenty (lat. 38°½) eine stets rauchende Solfatare, der Insel-Vulkan Puhia-i-wakati*) (White Island); es folgen in Südwesten am Littoral selbst: der ausgebrannte Vulkan Putawaki (Mount Edgecombe), 9036 F. hoch, also wahrscheinlich der höchste Schneeberg auf Neu-Seeland; im Inneren zwischen dem Edgecombe und dem noch entzündeten Tongariro*, welcher einige Lavaströme ergossen hat, eine lange Kette von Seen, zum Theil siedend heißen Wassers. Der See Taupo, von schön glänzendem Leucit- und Sanidin-Sande wie von Bimsstein-Hügeln umgeben, hat nahe an 6 geographische Meilen Länge und liegt mitten auf der Nord-Insel von Neu-Seeland, nach Dieffenbach 1255 F. über dem Meeresspiegel erhoben. Umher sind zwei englische Quadratmeilen ganz mit Solfataren, Dampfhöhlen und Thermalquellen bedeckt: deren letztere, wie am Geysir auf Island, mannigfaltige Silicat-Niederschläge bilden. †) — Im Westen von Tongariro*, dem Hauptsitze der vulkanischen Thätigkeit, dessen Krater noch jetzt Dämpfe und Bimsstein-Asche ausstößt, nur 4 Meilen vom westlichen Littoral entfernt, erhebt sich der Vulkan Taranaki (Mount Egmont): 8293 Fuß hoch, welchen Dr. Ernst Dieffenbach zuerst im November 1840 erstiegen und gemessen hat. Der Gipfel des Kegels, welcher dem Umriß nach mehr dem Tolima als dem Cotopaxi gleicht, endet mit einer Hochebene, aus der ein sehr steiler Aschenkegel sich erhebt. Spuren jetziger Thätigkeit, wie bei dem Vulkan der Weißen Insel* und bei dem Tongariro*, wurden nicht beobachtet; auch keine zusammenhangenden Lavaströme. Die klingenden, sehr dünnschaligen Massen, welche gratenartig unter Schlacken, wie an einer Seite des Pics von Teneriffa, aus dem Aschenkegel selbst hervorragten, sind dem Porphyrschiefer (Phonolith) ähnlich.

Eine schmale, langgedehnte, ununterbrochene Anhäufung von Inselgruppen, auf nordwestlichen Spalten: wie Neu-Caledonien und Neu-Guinea, die Neuen Hebriden und Salomons-Inseln, Pitcairn, Tahiti und die Paumotu-Inseln; ausgebrochen: durchschneidet in einer Länge von 1350 geographischen Meilen in der südlichen Hemisphäre den Großen Ocean zwischen den Breiten-Parallelen von 12° und 27°, vom Meridian der Ostküste Australiens bis zur Osterinsel und zu dem Felsen Sala y Gomez in west-östlicher Richtung. Die westlicheren Theile dieser Insel-Anhäufung (Neu-Britannien*, die Neuen Hebriden*, Vanikoro* in dem Archipel von Santa Cruz und die Tonga-Gruppe*) zeigen zur gegenwärtigen Zeit, in der Mitte des 19ten Jahrhunderts, Entzündung und feurige Thätigkeit. Neu-Caledonien, von basaltischen und anderen vulkanischen Inseln umgeben, hat aber bloß plutonisches Gestein ‡), wie in den Azoren nach Leopold von Buch Santa Maria ||), und nach Graf Bedemar Flores und Graciosa. Dieser Abwesenheit vulkanischer Thätigkeit in Neu-

*) Ernest Dieffenbach, Travels in New Zealand 1843 Vol. I. p. 337, 355 und 401. Dieffenbach nennt White Island: a *smoking* solfatara, but still in *volcanic* activity (p. 358 und 407), auf der Karte: in continual ignition.

†) Dana p. 445—448; Dieffenbach Vol. I. p. 331, 339—341 und 397. Ueber Mount Egmont s. Vol. I. p. 131—157.

‡) Darwin, Volcanic Islands p. 125; Dana p. 140.

||) L. de Buch, Descr. des Iles Canaries p. 365. Auf den hier genannten drei Inseln finden sich indeß neben plutonischen und Sediment-Schichten auch Phonolithe und basaltisches Gestein; aber diese Gebirgsarten können schon bei der ersten vulkanischen Erhebung der Inseln aus dem Meeresboden über den Meeresspiegel erschienen sein. Von Feuerausbrüchen in historischen Zeiten oder von ausgebrannten Kratern soll keine Spur gefunden werden.

Caledonien, wo neuerlichst Sediment-Formationen mit Steinkohlen-Flötzen entdeckt worden sind, wird die dortige große Entwickelung belebter Corallenriffe zugeschrieben. Der Archipel der Viti- oder Fidschi-Inseln ist basaltisch und trachytisch zugleich, doch bloß durch heiße Quellen in der Savu-Bai auf Vanua Lebu ausgezeichnet.*) Die Samoa-Gruppe (Navigators Islands), nordöstlich von dem Viti- und fast ganz nördlich von dem noch entzündeten Tonga-Archipel ist ebenfalls basaltisch; und dabei charakterisirt durch eine Unzahl von linear geordneten Ausbruch-Kratern, die von Tuffschichten mit eingebackenen Corallenstücken umgeben sind. Geognostisch am merkwürdigsten ist der Pic Tafua auf der, zu der Samoa-Gruppe gehörigen Insel Upolu: nicht zu verwechseln mit dem noch entzündeten Pic Tafoa südlich von Amargura in dem Tonga-Archipel. Der Pic Tafua (2006 F.), welchen Dana zuerst †) bestiegen und gemessen, hat einen großen, ganz mit dicker Waldung erfüllten Krater, der einen regelmäßig abgerundeten Aschenkegel krönt. Von Lavaströmen ist hier keine Spur; dagegen fanden sich schlackige Lavafelder (Malpais der Spanier) mit krauser, oft strickförmig gewundener Oberfläche am Kegelberge von Apia (2417 F.), ebenfalls auf Upolu, wie am Pic Fao, der 3000 F. erreicht. Die Lavafelder von Apia enthalten schmale unterirdische Höhlen.

Tahiti, in der Mitte der Societäts-Inseln, weit mehr trachytisch als basaltisch, zeigt recht eigentlich nur noch die Trümmer seines ehemaligen vulkanischen Gerüstes: und aus diesen mächtigen, wall- und zackenartig gestalteten Trümmern, mit senkrechten, mehrere tausend Fuß tiefen Abstürzen, ist es schwer die alte, ursprüngliche Form der Vulkane zu entziffern. Von den beiden größten Gipfeln, Aorai und Orohena, ist jener zuerst von Dana ‡) erstiegen und von diesem gründlichen Geognosten untersucht worden. Der Trachytberg, der Orohena, soll die Höhe des Aetna erreichen. Tahiti hat also, nächst der thätigen Gruppe der Sandwich-Inseln, das höchste Eruptions-Gestein des ganzen oceanischen Gebiets zwischen den Continenten von Amerika und Asien. Ein feldspathartiges Gestein von den, Tahiti nahen, kleinen Inseln Borabora und Maurua, von neueren Reisenden mit dem Namen Syenit, von Ellis in den Polynesian Researches mit dem Namen eines granitartigen Aggregats von Feldspath und Quarz bezeichnet; verdient, da poröser, schlackiger Basalt ganz in der Nähe ausbricht, eine viel genauere oryctognostische Untersuchung. Ausgebrannte Krater und Lavaströme sind auf den Societäts-Inseln jetzt nicht zu finden. Man fragt sich: sind die Krater auf den Berggipfeln zerstört? oder blieben die hohen, alten, jetzt gespaltenen und umgewandelten Gerüste oben domförmig geschlossen; und sind hier, wie wahrscheinlich an vielen anderen Punkten des gehobenen Meeresbodens, Basalt und Trachytschichten unmittelbar aus Erdspalten ergossen worden? Extreme großer Zähigkeit (Viscosität) oder großer Flüssigkeit des Ergossenen, so wie die verschiedene Enge und Weite der Spalten, durch welche der Erguß geschieht, modificiren die Gestaltung der sich bildenden vulkanischen Gebirgsschichten und veranlassen da, wo Reibung die sogenannte Asche und fragmentarische Zerstückelung hervorbringt, die Entstehung kleiner, meist vergänglicher Auswurfs-Kegel, welche mit den großen Terminal-Aschen-Kegeln der permanenten Gerüste nicht zu verwechseln sind.

Ganz nahe östlich folgen auf die Societäts-Inseln die Niedrigen Inseln oder Paumotu. Sie sind bloß Corallen-Inseln, mit der merkwürdigen Ausnahme der basaltischen, kleinen Gambier- und Pitcairn-Gruppe ||) Der letzteren ähnlich findet sich vulkanisches Gestein auch in demselben Parallele (zwischen 25° und 27° südl. Breite) 315 geogr. Meilen östlicher in der Osterinsel (Waihu), und wahrscheinlich noch 60 Meilen weiter in den Klippen Sala y Gomez. Auf Waihu, wo die höchsten kegel-

---

*) Dana p. 343—350.

†) Dana p. 312, 318, 320 und 323.

‡) L. von Buch p. 383; Darwin, Volc. Island p. 25; Darwin, Coral Reefs p. 138; Dana p. 286—305 und 364.

||) Dana p. 137.

förmigen Gipfel kaum eintausend Fuß hoch sind, bemerkte Capt. Beechy eine Reihe von Krateren, von denen aber keiner entzündet schien.

Im äußersten Osten gegen den Neuen Continent hin endet das Gebiet der Südsee-Inseln mit einer der entzündetsten aller Inselgruppen, mit dem aus fünf größeren Inseln bestehenden Archipel der Galapagos. Fast nirgends sind auf einem kleinen Raume von kaum 30 bis 35 geogr. Meilen Durchmessers solch eine Unzahl von Kegelbergen und erloschenen Kratern (Spuren alter Communication des Inneren der Erde mit dem Luftkreise) sichtbar geblieben. Darwin schlägt die Zahl der Krater fast auf zweitausend an. Als dieser geistreiche Forscher auf der Expedition des Beagle unter Capt. Fitzroy die Galapagos besuchte, waren zwei Krater zugleich in feuriger Eruption. Auf allen Inseln sind Ströme von sehr flüssiger Lava zu sehen, die sich theilen und sich oft bis in das Meer ergossen haben. Fast alle sind reich an Augit und Olivin; einige mehr trachytartige sollen Albit*) in großen Krystallen enthalten. Es wären wohl bei der jetzigen Vervollkommnung des oryctognostischen Wissens Untersuchungen anzustellen, ob in diesen porphyrartigen Trachyten nicht Oligoklas, wie auf Teneriffa, im Popocatepetl und Chimborazo; oder Labrador, wie im Aetna und Stromboli, enthalten seien. Bimsstein fehlt ganz auf den Galapagos, wie am Vesuv, als von ihm producirt; auch wird der Hornblende nirgends Erwähnung gethan: also herrscht dort nicht die Trachyt-Formation von Toluca, Orizaba und einiger Vulkane Java's, aus denen Dr. Junghuhn mir, wohl ausgewählte, feste Lavastücke zur Untersuchung für Gustav Rose eingeschickt hat. Auf der größten und westlichsten Insel der Galapagos-Gruppe, auf Albemarle, sind die Kegelberge linear, also auf Spalten gereiht. Ihre größte Höhe erreicht doch nur 4350 Fuß. Der westliche Busen, in welchem der 1825 heftig entzündete Pic Narborough sich inselförmig erhebt, wird von Leopold von Buch †) als ein Erhebungs-Krater beschrieben und mit Santorin verglichen. Viele Kraterränder auf den Galapagos sind von Tuffschichten gebildet, die nach allen Seiten abfallen. Denkwürdig und auf die gleichzeitige Wirkung einer großen Catastrophe hindeutend ist es, daß alle Kraterränder gegen Süden ausgebrochen oder gänzlich zerstört sind. Ein Theil von dem, was man in den älteren Beschreibungen Tuff nennt, sind Palagonit-Schichten, ganz denen von Island und Italien gleich: wie schon Bunsen von den Tuffen der Insel Chatham durch genaue Analyse ergründet hat. ‡) Diese, die östlichste Insel der ganzen Gruppe und von Beechey astronomisch genau bestimmt, ist, nach meiner Längen-Bestimmung der Stadt Quito (81° 4′ 38″) und nach Acosta's Mapa de la Nueva Granada von 1849 von der Punta de S. Francisco noch 134 geographische Meilen entfernt.

IX. Mexico.

Die sechs mexicanischen Vulkane: Tuxtla, Orizaba, Popocatepetl*, Toluca, Jorullo* und Colima*; von denen vier in historischen Zeiten entzündet gewesen sind, wurden schon früher ||) aufgezählt und in ihrer geognostisch merkwürdigen gegenseitigen Stellung beschrieben. Nach neueren Untersuchungen von Gustav Rose ist in

---

*) Darwin, Volc. Islands p. 104, 110—112 und 114. Wenn Darwin so bestimmt sagt, daß aller Trachyt auf den Galapagos fehle, so ist es doch wohl nur, weil er die Benennung Trachyt auf den eigentlichen gemeinen Feldspath, d. i. den Orthoklas, oder auf den Orthoklas und Sanidin (glasigen Feldspath) einschränkt. Die räthselhaften eingebackenen Stücke in der Lava des kleinen, ganz basaltischen Kraters von James Island enthalten keinen Quarz, wenn sie gleich auf einem plutonischen Gebirge zu ruhen scheinen. (Vgl. oben Kosmos 4. Buch S. 802 und 819.) Mehrere der vulkanischen Kegelberge auf den Galapagos-Inseln haben, an der Mündung, ganz wie ich am Cotopaxi gesehen, einen schmalen cylindrischen, ringförmigen Aufsatz. "In some parts the ridge is surmounted by a wall or parapet perpendicular on both sides." Darwin, Volc. Isl. p 83.

†) L. von Buch p. 376.

‡) Bunsen in Leonhard's Jahrb. für Mineralogie 1851 S. 856, wie auch in Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 83 S. 223.

||) Kosmos 4. Buch S. 781—782.

dem Gestein des **Popocatepetl** oder großen **Vulkans von Mexico** die Formation des Chimborazo wiederholt. Es besteht dies Gestein ebenfalls aus Oligoklas und Augit. Selbst in den pechsteinartigen, fast schwarzen Trachytschichten ist noch der Oligoklas in sehr kleinen, schiefwinkligen Krystallen zu erkennen. Zu eben dieser **Chimborazo-** und **Teneriffa-Formation** gehört der Vulkan von **Colima**, weit in Westen stehend, nahe dem Littoral der Südsee. Ich habe diesen Vulkan nicht gesehen; aber wir verdanken Herrn **Pieschel***) (seit dem Frühjahr 1855) die sehr belehrende Ansicht der von ihm gesammelten Gebirgsarten, wie auch interessante geologische Notizen über alle Vulkane des ganzen mexicanischen Hochlandes, die er sämmtlich selbst besucht hat. Der Vulkan von **Toluca**, dessen schmale und schwer zu erreichende höchste Kuppe (den Pico del Frayle) ich am 29. Sept. 1803 erstiegen und barometrisch 14232 Fuß hoch gefunden habe, hat eine ganz andere mineralogische Zusammensetzung als der noch thätige Popocatepetl und der Feuerberg von Colima: welchen man nicht mit einem anderen, höheren Gipfel, dem sogenannten Schneeberg, verwechseln muß. Der Vulkan von Toluca besteht, wie der Pic von Orizaba, Puy de Chaumont in der Auvergne und Aegina, aus einer Association von Oligoklas und Hornblende. Nach dieser kurzen Angabe sind, was sehr zu beachten ist, in der langen Reihe der Vulkane, welche sich von Meer zu Meer erstrecken, nicht zwei zunächst auf einander folgende Glieder von gleicher mineralogischer Zusammensetzung.

X. Das nordwestliche Amerika

(nördlich vom Parallel des Rio Gila).

In dem Abschnitt, welcher von der vulkanischen Thätigkeit auf den ost-asiatischen Inseln handelt †), ist mit besonderer Wichtigkeit der bogenartig gekrümmten Richtung der Erhebungs-Spalte gedacht worden, aus der die **Aleuten** emporgestiegen sind und die einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen dem **asiatischen** und **amerikanischen** Continent, zwischen den zwei vulkanischen Halbinseln **Kamtschatka** und **Aliaska**, offenbart. Es ist hier der Ausgang oder vielmehr die nördliche Grenze eines mächtigen Busens des Stillen Meeres, welches von den 150 Längengraden, die es unter dem Aequator von Osten nach Westen einnimmt, zwischen den Endspitzen der eben genannten zwei Halbinseln sich auf 37 Längengrade verengt. Auf dem amerikanischen Festlande, dem Littoral nahe, ist eine Zahl mehr oder weniger thätiger Vulkane den Seefahrern erst seit 70

---

*) S. **Pieschel** über die Vulkane von Mexico in der Zeitschrift für Allg. Erdkunde Bd. VI. 1856 S. 86 und 489—532. Die Behauptung (S. 86), „daß nie ein Sterblicher die steile Spitze des Pico del Fraile", d. h. den höchsten Gipfel des Vulkans von Toluca, „erstiegen habe"; ist durch meine auf diesem, freilich kaum 10 Fuß breiten Gipfel am 29. Sept. 1803 gemachte und schon 1807 publicirte Barometer-Messung, und neuerlichst durch Dr. **Gumprecht** in demselben Bande der obigen Zeitschrift (S. 489) widerlegt worden. Der erregte Zweifel war um so sonderbarer, da ich gerade von dieser, allerdings nicht ohne Anstrengung zu erreichenden, thurmförmigen Spitze des Pico del Fraile, in einer Höhe, welche kaum 600 Fuß geringer als die des Montblanc ist, die Trachytmassen abgeschlagen habe, die vom Blitz durchlöchert und im Inneren wie Blitzröhren verglast sind. Ueber die von mir sowohl in der Berliner als in mehreren Pariser Sammlungen niedergelegten Stücke gab **Gilbert** schon 1819 einen Aufsatz im LXIsten Bande seiner Annalen der Physik S. 261 (vergl. auch Annales de Chimie et de Physique T. XIX. 1822 p. 298). Wo der Blitz förmliche cylindrische Röhren zu 3 Zoll Länge so durchgeschlagen hat, daß man die obere und untere Oeffnung erkennen kann, ist ebenfalls das die Oeffnungen umgebende Gestein verglast. Ich habe auch Trachytstücke in meinen Sammlungen mitgebracht, an denen, wie am **Kleinen Ararat** oder am **Montblanc**, ohne röhrenförmige Durchbohrung die ganze Oberfläche verglast ist. — Herr Pieschel hat den zweigipfligen Vulkan von Colima im October 1852 zuerst erstiegen und ist bis zum Krater gelangt, aus dem er damals nur heiße Schwefel-Wasserstoff-Dämpfe wolkenartig aufsteigen sah. Aber Sonneschmid, der im Februar 1796 die Ersteigung des Colima vergeblich versuchte, giebt Nachricht von einem mächtigen Aschen-Auswurf im Jahre 1770. Im Monat März 1795 wurden dagegen bei Nacht glühende Schlacken scheinbar in einer Feuersäule ausgestoßen. — „In Nordwesten vom Vulkan von Colima zieht sich längs der Südsee-Küste eine vulkanische Zweigspalte hin. Ausgebrannte Krater und alte Lavaströme erkennt man in den sogenannten Vulkanen von **Ahuacatlan** (auf dem Wege von Guadalaxara nach San Blas) und von **Tepic**." (**Pieschel** a. a. O. S. 529.)

†) **Kosmos** 4. Buch S. 827—829.

bis 80 Jahren bekannt geworden; aber diese Gruppe lag wie bisher wie isolirt, unzusammenhangend mit der Vulkan-Reihe der mexicanischen Tropengegend oder den Vulkanen, welche man auf der Halbinsel von Californien vermuthete. Die Einsicht in diese wichtige geognostische Verkettung ist jetzt, wenn man eine Reihe ausgebrannter Trachytkegel als Mittelglieder aufzählt, für eine Lücke von mehr als 28 Breitengraden zwischen Durango und dem neuen Washington territory, nördlich von West-Oregon, aufgefunden; und die physische Erdbeschreibung verdankt diesen wichtigen Fortschritt den, auch wissenschaftlich so wohl geordneten Expeditionen, welche die Regierung der Vereinigten Staaten zu Aufsuchung der geeignetsten Wege von den Mississippi-Ebenen nach den Küsten der Südsee ausgerüstet hat. Alle Theile der Naturgeschichte haben zugleich dabei Vortheil gezogen. Große Landesstrecken sind in der nun durchforschten terra incognita dieses Zwischenraumes sehr nahe den Rocky Mountains an ihrem östlichen Abfall, bis in weite Entfernung vom westlichen Abfall, mit Erzeugnissen ausgebrannter oder noch thätiger Vulkane (wie in dem Cascaden-Gebirge) bedeckt gefunden worden. So sehen wir also, von Neu-Seeland ausgehend, auf einem langen Wege erst in Nordwesten durch Neu-Guinea, die Sunda-Inseln, die Philippinen und Ost-Asien, bis zu den Aleuten aufsteigend; dann hinabsteigend gegen Süden in das nordwestliche, mexicanische, mittel- und südamerikanische Gebiet bis zur Endspitze von Chili: den gesammten Umkreis des Meerbeckens des Stillen Oceans, in einer Erstreckung von 6600 geogr. Meilen, mit einer Reihe erkennbarer Denkmäler vulkanischer Thätigkeit umgeben. Ohne in das Einzelne genauer geographischer Orientirung und der vervollkommneten Nomenclatur einzugehen, war eine solche kosmische Ansicht nicht zu begründen.

Es bleibt uns von dem hier bezeichneten Umkreise des großen Meerbeckens (man sollte sagen*), da es nur Eine, überall communicirende Wassermasse auf der Erde giebt: des größten unter den Theilen der einigen Masse, welche zwischen Continente eindringend) noch die Länderstrecke zu beschreiben übrig, welche von dem Rio Gila bis zu Norton's und Kotzebue's Sunden reicht. Analogien, die man hergenommen aus Europa von den Pyrenäen oder der Alpenkette, aus Südamerika von den Cordilleren der Andes von Süd-Chili bis zum fünften Grade nördlicher Breite in Neu-Granada, haben, durch phantastische Kartenzeichnungen unterstützt, die irrige Meinung verbreitet, als könne das mexicanische Hochgebirge oder sein höchster Rücken mauerartig unter dem Namen einer Sierra Madre von Südost nach Nordost verfolgt werden. Der gebirgige Theil von Mexico aber ist eine breite, mächtige Anschwellung, welche sich allerdings in der eben angegebenen Richtung zwischen zwei Meeren in fünf- bis siebentausend Fuß Höhe zusammenhangend darbietet; auf der sich aber, wie am Caucasus und in Inner-Asien, nach partiellen, sehr verschiedenartigen Richtungen, höhere vulkanische Bergsysteme bis über 14000 und 16700 Fuß erheben. Die Reihung dieser partiellen Gruppen, auf nicht unter sich parallelen Spalten ausgebrochen, ist in ihrer Orientirung meist unabhängig von der idealen Achse, welche man durch die ganze Anschwellung des wellenförmig verflachten Rückens legen kann. Diese so merkwürdigen Verhältnisse der Bodengestalt veranlassen eine Täuschung, welche den malerischen Eindruck des schönen Landes erhöht. Die mit ewigem Schnee bedeckten Bergcolosse scheinen wie aus einer Ebene emporzusteigen. Man verwechselt räumlich den Rücken der sanften Anschwellung, die Hochebene, mit den Ebenen des Tieflandes; und nur das Klima, die Abnahme der Temperatur, erinnert unter demselben Breitengrade an das, was man gestiegen ist. Die oft erwähnte Erhebungs-Spalte der Vulkane von Anahuac (in der ost-

*) Der von dem gelehrten und mir befreundeten Geographen, Contre-Admiral de Fleurieu, dem Verfasser der Introduction historique au Voyage de Marchand, eingeführte Name Grand Océan zur Bezeichnung des Beckens der Südsee vertauscht das Ganze mit einem Theile und verleitet daher zur Verwechselung.

(Das Dorf las Vigas bezeichnet das östliche Ende der Hochebene von Anahuac, lat. 19° 37'; die Höhe des Dorfes ist 7332 F., Ht)

Während vor dem Anfang des 19ten Jahrhunderts kein einziger Höhenpunkt in ganz Neuspanien barometrisch gemessen war, ist es jetzt möglich gewesen, hier in der Richtung von Norden nach Süden, in einer Zone von fast 16½ Breitengraden, zwischen den Städten Santa Fé und der Hauptstadt Mexico 32 hypsometrisch und meist auch astronomisch bestimmte Orte aufzustellen. Wir sehen die Bodenfläche der breiten mexicanischen Hochebene im Mittel zwischen 5500 und 7000 Fuß Höhe wellenförmig schwanken. Der niedrigste Theil des Weges von Parras bis Albuquerque ist noch 1000 Fuß höher als der höchste Theil des Vesuvs.

Von der großen, aber sanften*) Anschwellung des Bodens, deren culminirenden Theil wir eben betrachtet haben und welche von Süden nach Norden, von dem tropischen Theile bis zu den Parallelen von 42° und 44°, in ost-westlicher Ausdehnung dermaßen zunimmt, daß das Great Basin, westlich vom großen Salzsee der Mormonen, im Durchmesser über 85 geographische Meilen bei 4000 Fuß mittlerer Höhe hat; sind die mauerartig darauf stehenden Gebirgsketten sehr verschieden. Die Kenntniß dieser Gestaltung ist eine der Hauptfrüchte von Frémont's großen hypsometrischen Untersuchungen in den Jahren 1842 und 1844. Die Anschwellung ist von einer anderen Epoche als das späte Aufsteigen dessen, was man Gebirgszüge und Systeme verschiedener Richtung nennt. Wo ohngefähr unter dem 32sten Breitengrade nach den jetzigen Grenzbestimmungen die Gebirgsmasse von Chihuahua in das westliche Gebiet der Vereinigten Staaten (in die von Mexico abgerissenen Provinzen) eintritt, führt dieselbe schon den etwas unbestimmten Namen der Sierra Madre. Eine bestimmte Bifurcation †) zeigt sich aber erst in der

---

*) Vergl. Frémont, Report of the Exploring Exped. in 1842 p. 60; Dana, Geology of the U. St. Expl. Exped. p. 611—613; und für Südamerika Alcide d'Orbigny, Voy. dans l'Amérique mérid. Atlas Pl. VIII de Géologie spéciale, fig. 1.

†) Ueber diese Bifurcation und die richtige Benennung der östlichen und westlichen Kette vergl. die große Specialkarte des Territory of New Mexico von Parke und Kern 1851, Edwin Johnson's Map of Railroads 1854, John Bartlett's Map of the Boundary Commission 1854, Exploration and Surveys from the Mississippi to the Pacific in 1853 and 1854 Vol. I. p 15; und vor allem die vielumfassende, vortreffliche Arbeit von Jules Marcou: Geologist of the Southern Pacific R. R. Survey under the Command of Lieut. Whipple: als Résumé explicatif d'une Carte géologique des États Unis et d'un Profil géologique allant de la vallée du Mississippi aux côtes de l'Océan Pacifique. p. 113—116; auch im Bulletin de la Société géologique de France, 2e Série T. XII. p. 813. In dem von der Sierra Madre oder den Rocky Mountains eingeschlossenen Längenthale lat. 35°—38°½ haben die einzelnen Gruppen, aus welchen die westliche Kette der Sierra Madre und die östliche Kette der Rocky mountains (Sierra de Sandia) bestehen, besondere Namen. Zu der ersteren Kette gehören von Süden nach Norden: die Sierra de las Grullas, die Sierra de los Mimbres (Wislizenus p. 22 und 54), Mount Taylor (lat. 35° 15'), Sierra de Jemez und S. de San Juan; in der östlichen Kette unterscheidet man die Moro Pics, Sierra de la Sangre de Christo mit den östlichen Spanish Peaks (lat. 37° 32') und die, sich nordwestlich wendenden, das Längenthal von Taos und Santa Fé schließenden White Mountains. Professor Julius Fröbel, dessen Untersuchung der Vulkane von Central-Amerika ich schon oben (Kosmos 4. Buch S. 779) erwähnt habe, hat mit vielem Scharfsinn die Unbestimmtheit der geographischen Benennung Sierra Madre auf den älteren Karten entwickelt, aber zugleich in einer Abhandlung: remarks contributing to the physical Geography of the North American Continent (9th annual Report of the Smithsonian Institution 1855 p. 272—281) die Behauptung aufgestellt, der ich nach Discussion so vieler jetzt vorhandener Materialien keinesweges beipflichten kann: daß die Rocky Mountains gar nicht als eine Fortsetzung des mexicanischen Hochgebirges in der Tropenzone von Anahuac zu betrachten seien. Ununterbrochene Gebirgsketten: wie in den Apenninen, dem schweizer Jura, in den Pyrenäen und einem großen Theile unserer Alpenkette, giebt es allerdings vom 19. bis zum 44. Breitengrade, vom Popocatepetl in Anahuac bis nördlich von Frémont's Peak in den Rocky Mountains, in der Richtung von Süd-Süd-Ost gen Nord-Nord-West nicht: aber die ungeheure, gegen Nord und Nordwest in der Breite immer mehr zunehmende Anschwellung des Bodens ist vom tropischen Mexico bis Oregon continuirlich; und auf dieser Anschwellung (Hochebene), welche das geognostische Hauptphänomen ist, erheben sich auf spät und zu sehr ungleicher Zeit entstandenen Spalten in oft abweichender Richtung einzelne Gebirgsgruppen. Diese aufgesetzten Berggruppen, in den Rocky Mountains aber zu der Ausdehnung von 8 Breitengraden fast wallartig zusammenhangend und durch meist trachytische, zehn- bis zwölftausend Fuß hohe Kegelberge weit sichtbar gemacht, lassen um so mehr einen tiefen sinnlichen Eindruck, als dem Auge des Reisenden das umgebende hohe Plateau sich täuschend wie eine Ebene des Flachlandes darstellt. Wenn in den Cordilleren von Südamerika, von denen ich einen beträchtlichen Theil aus eigener Anschauung kenne, seit La Condamine's Zeiten von Zwei- und Drei-Reihung die Rede ist (der spanische Ausdruck las Cordilleras de los Andes bezieht sich ja auf solche Reihung und Theilung der Kette); so darf man nicht vergessen, daß auch hier die Richtungen der einzelnen gereihten Berggruppen, als länge Rücken oder gereihte Dome, keinesweges unter einander oder der Richtung der ganzen Anschwellung parallel sind.

Gegend von Albuquerque. Bei dieser Bifurcation behält die **westliche** Kette die allgemeine Benennung der Sierra Madre; die **östliche** erhält von lat. 36° 10′ an (etwas nordöstlich von Santa Fé) bei amerikanischen und englischen Reisenden den eben nicht glücklich gewählten, abzr jetzt überall eingeführten Namen des **Felsgebirges**, der Rocky Mountains. Beide Ketten bilden ein Längenthal, in dem Albuquerque, Santa Fé und Taos liegen und welches der Rio Grande del Norte durchströmt. In lat. 38°½ wird das Thal durch eine ost-westliche, 22 geogr. Meilen lange Kette geschlossen. Ungetheilt setzen die Rocky Mountains in einer Meridian-Richtung fort bis lat. 41°. In diesem Zwischenraum erheben sich etwas östlich die Spanish Peaks, Pike's Peak (5440 F.), den Frémont schön abgebildet hat, James Peak (10728 F.) und die 3 Park Mountains: welche drei hohe **Kesselthäler** einschließen, deren Seitenwände mit dem östlichen Long's Peak oder Big Horn bis 8500 und 10500 Fuß emporsteigen.*) An der östlichen Grenze zwischen dem Middle und North Park verändert die Gebirgskette auf einmal ihre Richtung und wendet sich von lat. 40 ½ bis 44° in einer Erstreckung von ohngefähr 65 geogr. Meilen von Südost nach Nordwest. In diesem Zwischenraume liegen der South Pass (7028 Fuß) und die berühmten, so wunderbar spitz gezackten Wind River Mountains, mit Frémont's Peak (lat. 43° 8′), welcher die Höhe von 12730 F. erreicht. Im Parallel von 44°, nahe bei den Three Tetons, wo die nordwestliche Richtung aufhört, beginnt wieder die Meridian-Richtung der Rocky Mountains. Sie erhält sich bis gegen Lewis and Clarke's Pass, der in lat. 47° 2′, lg. 114°½ liegt. Dort hat die Kette des Felsgebirges noch eine ansehnliche Höhe (5608 F.), aber wegen der vielen tiefen Flußbetten gegen Flathead River (Clarke's Fork) hin nimmt sie bald an regelmäßiger Einfachheit ab. Clarke's Fork und Lewis oder Snake River bilden den großen Columbia-Fluß, der einst einen wichtigen Weg für den Handel bezeichnen wird. (Explorations for a Railroad from the Mississippi river to the Pacific Ocean, made in 1853—1854 Vol. I. p. 107.

Wie in Bolivia die östliche, von dem Meere entferntere Andeskette, die des Sorata (19974 F.) und Illimani (19843 F.), keine jetzt noch entzündete Vulkane darbietet; so ist auch gegenwärtig in den westlichsten Theilen der Vereinigten Staaten die vulkanische Thätigkeit auf die Küstenkette von Californien und Oregon beschränkt. Die lange Kette der Rocky Mountains, verschiedentlich 120 und 200 geogr. Meilen vom Littoral der Südsee entfernt, ohne alle Spur noch ausdauernder Entzündung, zeigt dennoch, gleich der östlichen Kette von Bolivia im Thal von Yucay †), an **beiden** Abfällen vulkanisches Gestein, ausgebrannte Krater, ja Obsidian einschließende Laven und Schlackenfelder. In der hier nach den vortrefflichen Untersuchungen von Frémont, Emory, Abbot, Wislizenus, Dana und Jules Marcou geographisch beschriebenen Gebirgskette der Rocky Mountains zählt der Letztgenannte, ein ausgezeichneter Geologe, drei Gruppen alt-vulkanischen Gesteins an beiden Abfällen auf. Die frühesten Beweise von dem Vulcanismus in dieser Gegend verdanken wir auch hier dem Beobachtungsgeiste von Frémont seit den Jahren 1842 und 1843

*) **Frémont**, Explor. Expedition p. 281—288. Pikes Peak lat. 38° 50′, abgebildet p. 114; Long's Peak 40° 15′; Ersteigung von Frémont's Peak (13570 feet) p. 70. Die Wind River Mountains haben ihren Namen von den Quellen eines Zuflusses des Big Horn River, dessen Wasser sich mit denen des Yellow Stone River vereinigen, welcher selbst in den Ober-Missouri (Br. 47° 58′, Lg. 105° 27′) fällt. S. die Abbildungen des Alpengebirges, reich an Glimmerschiefer u. Granit, p. 66 und 70. Ich habe überall die englischen Benennungen der nordamerikanischen Geographen beibehalten, weil deren Uebersetzung in eine rein deutsche Nomenclatur oft eine reiche Quelle der Verwirrung geworden ist. Um in Richtung und Länge die, nach meines Freundes und Reisebegleiters, des Obristen Ernst Hofmann, mühevollen Erforschungen am Nord-Ende **östlich** gekrümmte und vom truchmenischen Berge Airuck-Tagh (48°¾) bis zum Sablja-Gebirge (65°) volle 255 geogr. Meilen lange M ridiankette des **Ural** mit den Rocky Mountains vergleichen zu können, erinnere ich hier darann, daß die letztere Kette zwischen den Parallelen von Pike's Peak und Lewis und Clarke's Paß von 107°½ in 114°½ Länge übergeht. Der Ural, welcher in dem eben genannten Abstande von 17 Breitengraden wenig von dem Pariser Meridian von 56° 40′ abweicht, verändert ebenfalls seine Richtung unter dem Parallel von 65°, und erlangt unter lat. 67°½ den Meridian von 63°⅔. Vergl. Ernst **Hofmann**, der nördliche Ural und das Küstengebirge Pac-Choi 1856 S. 191 und 297—305 mit **Humboldt**, Asie centrale (1843) T. I. p. 447.

†) **Kosmos** 4. Buch S. 789.

(Report of the Exploring Expedition to the Rocky Mountains in 1842, and to Oregon and North California in 1843—44 p. 164, 184—187 und 193).

Am östlichen Abfall der Rocky Mountains, auf dem südwestlichen Wege von Bent's Fort am Arkansas-Flusse nach Santa Fé del Nuevo Mexico, liegen zwei ausgebrannte Vulkane, die Raton Mountains*) mit Fisher's Peak und (zwischen Galisteo und Pleña blanca) der Hügel el Cerrito. Die Laven der ersteren überdecken die ganze Gegend zwischen dem Oberen Arkansas und dem Canadian River. Der Peperin und die vulkanischen Schlacken, welche man schon in den Prairies zu finden anfängt, je nachdem man sich, von Osten kommend, den Rocky Mountains mehr nähert, gehören vielleicht alten Ausbrüchen des Cerrito oder gar der mächtigen Spanish Peaks (37° 32′) an. Dieses östliche vulkanische Gebiet der isolirten Raton Mountains bildet eine Area von 20 geogr. Meilen Durchmesser; sein Centrum liegt ohngefähr in lat. 36° 50′.

Am westlichen Abfall nehmen die sprechendsten Zeugen alter vulkanischer Thätigkeit einen weit größeren Raum ein, welchen die wichtige Expedition des Lieut. Whipple in seiner ganzen Breite von Osten nach Westen durchzogen hat. Dieses vielgestaltete Gebiet, doch nördlich von der Sierra de Mogoyon volle 30 geogr. Meilen lang unterbrochen, ist enthalten (immer nach Marcou's geologischer Karte) zwischen lat. 33° 48′ und 35° 40′; es sind also südlichere Ausbrüche als die der Raton Mountains. Ihr Mittel fällt fast in den Parallel von Albuquerque. Das hier bezeichnete Areal zerfällt in zwei Abtheilungen: die dem Kamm der Rocky Mountains nähere des Mount Taylor, welche bei der Sierra de Zuni †) endet; und die westlichere Abtheilung, Sierra de San Francisco genannt. Der 11500 Fuß hohe Kegelberg Mount Taylor ist strahlförmig umgeben von Lavaströmen, die, als Malpais noch jetzt von aller Vegetation entblößt, mit Schlacken und Bimsstein bedeckt, sich mehrere Meilen weit hinschlängeln: ganz wie in der Umgebung des Hecla. — Ohngefähr 18 geogr. Meilen in Westen von dem jetzigen Pueblo de Zuni erhebt sich das hohe vulkanische Gebirge von San Francisco selbst. Es zieht sich, mit einem Gipfel, den man auf mehr als 15000 Fuß Höhe geschätzt hat, südlich vom Rio Colorado chiquito hin: wo weiter nach Westen Bill William Mountain, der Aztec Pass (5892 F.) und Aquarius Mountains (8000 F.) folgen. Das vulkanische Gestein endet nicht beim Zusammenfluß des Bill William Fork mit dem großen Colorado, nahe bei dem Dorfe der Mohave-Indianer (lat. 34°¼, lg. 116° 20′); denn noch jenseits des Rio Colorado bei dem Soda-See sind mehrere ausgebrannte, noch offene Eruptiv-Krater zu erkennen. ‡) So sehen wir also hier in dem jetzigen Neu-Mexico in der vulkanischen Gruppe von der Sierra de San Francisco bis etwas westlich vom Rio Colorado grande oder del occidente (in den der Gila fällt), in einer Strecke von 45 geogr. Meilen, das alt-vulkanische Gebiet der Auvergne und des Vivarais sich wiederholen, und der geologischen Forschung ein neues und weites Feld eröffnen.

Ebenfalls am westlichen Abfall, aber 135 geogr. Meilen nördlicher, liegt die dritte altvulkanische Gruppe der Rocky Mountains, die des Frémont's Peak's und der gedoppelten Dreiberge: welche in Kegelgestalt und Sinn der Benennung Trois Tetons und Three Buttes ||) sich sehr ähnlich sind. Die ersteren liegen westlicher als die letzteren, daher der

*) Der Raton-Paß hat nach der Wegkarte von 1855, welche zu dem allgemeinen Berichte des Staatssecretärs Jefferson Davis gehört, noch eine Höhe von 6737 Fuß über dem Meere. Vergl. auch Marcou, Résumé explicatif d'une Carte géol. 1855 p. 113.

†) Es sind zu unterscheiden von Osten nach Westen der Gebirgsrücken von Zuni, wo der Paso de Zuni noch 7454 Fuß erreicht; Zuni viejo: das alte, zerstörte Pueblo, von Möllhausen auf Whipple's Expedition abgebildet; und das jetzt bewohnte Pueblo de Zuni. Zehn geogr. Meilen nördlich von letzterem, bei dem Fort Defiance, ist auch noch ein sehr kleines, isolirtes, vulkanisches Gebiet. Zwischen dem Dorfe Zuni und dem Abfall nach dem Rio Colorado chiquito (little Colorado) liegt unbedeckt der versteinerte Wald, welchen Möllhausen 1853 vortrefflich abgebildet und in einer an die geographische Gesellschaft zu Berlin eingesandten Abhandlung beschrieben hat. Unter die verkieselten Coniferen sind nach Marcou (Résumé explic. d'une Carte géol. p. 59) fossile baumartige Farren gemengt.

‡) Alles nach den Profilen von Marcou und der oben citirten Wegkarte von 1855.

||) Die französischen Benennungen, von canadischen Pelzjägern eingeführt, sind im Lande und auf englischen

Gebirgskette ferner. Sie zeigen weit verbreitete, vielfach zerrissene, schwarze Lava-Bänke mit verschlackter Oberfläche.*)

Der Kette der Rocky Mountains parallel und in dem nördlichen Theile seit lat. 46° 12′ noch jetzt der Sitz vulkanischer Thätigkeit, laufen theils einfach, theils gedoppelt mehrere Küstenketten hin: zuerst von San Diego bis Monterey (32°¼ bis 36°⅔) die speciell so genannte Coast Range, eine Fortsetzung des Landrückens der Halbinsel Alt- oder Unter-Californien; dann, meist 20 geogr. Meilen von dem Littoral der Südsee entfernt, die Sierra Nevada (de Alta California) von 36° bis 40°¾; dann, von den hohen Shasty Mountains im Parallel der Trinidad-Bai (lat. 41° 10′) beginnend, die Cascaden-Bergkette (Cascade Range), welche die höchsten noch entzündeten Gipfel enthält und in 26 Meilen Entfernung von der Küste von Süden nach Norden bis weit hinaus über den Parallel der Fuca-Straße streicht. Dieser letzteren Kette gleichlaufend (lat. 43°—46°), aber 70 Meilen vom Littoral entfernt, erheben sich, im Mittel sieben- bis achttausend Fuß hoch, die Blue Mountains.†) — Im mittleren Theile von Alt-Californien, etwas mehr nach Norden: nahe der östlichen Küste oder dem Meerbusen, in der Gegend der ehmaligen Mission de San Ignacio, etwa in 28° N.B., liegen der erloschene Vulkan oder „die Vulkane" de las Virgenes, die ich auf meiner Karte von Mexico angegeben habe. Dieser Vulkan hatte 1746 seinen letzten Ausbruch; über ihn und die ganze Gegend fehlt es an sicheren Nachrichten. (S. Venegas, Noticia de la California 1757 T. I. p. 27 und Duflot de Mofras exploration de l'Orégon et de la California 1844 T. I. p. 218 und 239).

Schon in der Coast Range nahe bei dem Hafen von San Francisco, an dem vom Dr. Trask untersuchten Monte del Diablo (3446 F.), und in dem goldreichen Längenthale des Rio del Sacramento, in einem eingestürzten Trachyt-Krater, der Sacramento Butt genannt wird und den Dana abgebildet; ist alt-vulkanisches Gestein aufgefunden worden. Weiter nördlich enthalten die Shasty oder Tshashtl Mountains Basalt-Laven; Obsidian, dessen die Eingeborenen sich zu Pfeilspitzen bedienen; und die talkartigen Serpentine, welche an vielen Punkten der Erde als den vulkanischen Formationen nahe verwandt auftreten. Aber der eigentliche Sitz noch jetzt bestehender Entzündung ist das Cascaden-Gebirge, in welchem, mit ewigem Schnee bedeckt, mehrere Pics sich bis 15000 Fuß erheben. Ich lasse diese hier von Süden nach Norden folgen: die gegenwärtig entzündeten, mehr oder weniger thätigen Vulkane sind, wie bisher geschehen (Kosmos 4. B. S. 672 Anm.*), mit einem Sternchen bezeichnet. Die unbezeichneten hohen Kegelberge sind wahrscheinlich theils ausgebrannte Vulkane, theils ungeöffnete trachytische Glockenberge:

Mount Pitt oder M'Laughlin: lat. 42° 30′, etwas westlich vom See Tlamat; Höhe 8960 F.;

Mt Jefferson oder Vancouver (lat. 44° 35′), ein Kegelberg;

Mt Hood (lat 45° 10′): mit Gewißheit ein ausgebrannter Vulkan, von zelliger Lava bedeckt; nach Dana mit dem, nördlicher in der Vulkan-Reihe gelegenen Mt Saint Helen's zwischen 14000 und 15000 Fuß hoch, doch etwas niedriger ‡) als dieser. Mt Hood ist erstiegen worden im August 1853 von Lake, Travaillot und Heller;

Karten allgemein gebräuchlich. Die relative Ortslage der ausgebrannten Vulkane ist nach den neuesten Bestimmungen folgende: Frémont's Peak Br. 43° 5′, Lg. 112° 30′; Trois Tentons Br. 43° 38′, Lg. 113° 10′; Three Buttes Br. 43° 20′, Lg. 115° 2′; Fort Hall Br. 43° 0′, Lg. 114° 45′.

*) Lieut. Mullan über die vulkanische Formation, in den Reports of Explor. and Surveys Vol. I. 1855 p. 330 und 348; s. auch Lambert's und Tinkham's Berichte über die Three Buttes daselbst p. 167 und 226—230, und Jules Marcou p. 115.

†) Dana p. 616—621: Blaue Berge, p. 649—651: Sacramento Butt, p. 630—643; Shasty Mountains, p. 614: Cascade Range. — Ueber die durch vulkanisches Gestein durchbrochene Monte Diablo Range s. auch John Trask on the geology of the Coast Mountains and the Sierra Nevada 1854 p. 13—18.

‡) Dana (p. 615 und 640) schätzte den Vulkan St. Helen's 15000 Par. Fuß und Mount Hood also unter dieser Höhe; dagegen soll nach Anderen Mt Hood die große Höhe von 18316 feet = 17176 Pariser Fuß: also 2370 Par. Fuß mehr als der Gipfel des Montblanc und 4438 Fuß mehr als Frémont's Peak in den Rocky Mountains, erreichen. Mount Hood wäre nach dieser Angabe (Landgrebe, Naturgeschichte der Vulkane Bd. I. S. 497) nur 536 Fuß niedriger als der Vulkan

Mt Swalalahos oder Saddle Hill, in Süd-Süd-Ost von Astoria*), mit einem eingestürzten, ausgebrannten Krater;

Mt Saint Helen's*, nördlich vom Columbia-Strome (lat. 46° 12'): nach Dana nicht unter 14100 Fuß hoch †); noch entzündet, immer rauchend aus dem Gipfel-Krater; ein mit ewigem Schnee bedeckter Vulkan von sehr schöner, regelmäßiger conischer Gestalt; am 23. Nov. 1842 war ein großer Ausbruch, der nach Frémont alles weit umher mit Asche und Bimsstein bedeckte;

Mt Adams (lat. 46° 18'): fast ganz in Osten von dem Vulkan St. Helen's; über 28 geogr. Meilen von der Küste entfernt, wenn der eben genannte, noch entzündete Berg nur 19 dieser Meilen absteht;

Mt Reignier*, auch Mt. Rainier geschrieben: lat. 46° 48'; ost-südöstlich von Fort Nisqually, am Pugets-Sund, der mit der Fuca Straße zusammenhängt: ein brennender Vulkan, nach Edwin Johnson's Wegkarte von 1854 hoch 12330 englische oder 11567 Pariser Fuß; er hatte heftige Eruptionen 1841 und 1843;

Mt Olympus (lat. 47° 50'), nur 6 geogr. Meilen südlich von der, in der Geschichte der Südsee-Entdeckungen lange so berühmten Straße San Juan de Fuca;

Mt Baker*: ein mächtiger, im Gebiet von Washington (lat. 48° 48') aufsteigender, noch jetzt thätiger Vulkan, von großer (ungemessener?) Höhe und rein conischer Form;

Mt Brown (15000 F.?) und etwas östlicher Mt Hooker (15700 F.?) werden als hohe, alt-vulkanische Trachytberge in Neu-Caledonien, unter lat. 52°½ und long. 120 und 122°, von Johnson angegeben: also wegen eines Abstandes von mehr als 75 geogr. Meilen von der Küste merkwürdig;

Mt Edgecombe*: auf der kleinen Lazarus-Insel nahe bei Sitka (lat. 57° 3'), dessen heftigen feurigen Ausbruch von 1796 ich schon an einer früheren Stelle (Kosmos 4. Buch S. 663 Anm.*) erwähnt habe. Capt. Lisiansky, welcher ihn in den ersten Jahren des jetzigen Jahrhunderts erstieg, fand den Vulkan damals unentzündet; die Höhe ‡) beträgt nach Ernst Hofman 2852 F., nach Lisiansky 2628 F.; nahe dabei sind heiße Quellen, die aus Granit ausbrechen, wie auf dem Wege von den Valles de Aragua nach Portocabello;

Mt Fairweather, cerro de Buen Tiempo: nach Malaspina 4489 mètres oder 13802 Fuß hoch ||) in lat. 58° 45'; mit Bimsstein bedeckt; wahrscheinlich noch vor kurzem entzündet, wie der Elias-Berg;

Vulkan von Cook's Inlet (lat. 60 8'): nach Admiral Wrangel 11320 Fuß hoch; von diesem gelehrten Seefahrer wie von Vancouver für einen thätigen Vulkan gehalten §);

Elias-Berg: lat. 60° 17', lg. 138° 30'; nach den Handschriften Malaspina's, die ich in den Archiven in Mexico fand, 5441 mètres oder 16749 Par. Fuß hoch: nach der Karte von Capt. Denham 1853 bis 1856 ist die Höhe nur 14044 Par. Fuß.

Was in der nordwestlichen Durchfahrts-Reise von M'Clure (lat. 69° 57', long. 129° 20') östlich vom Ausfluß des Mackenzie-Flusses, die Vulkane der Franklins-Bucht genannt wird, scheint ein Phänomen sogenannter Erdfeuer oder heißer, Schwefeldämpfe ausstoßender Salsen zu sein. Ein Augenzeuge, der Missionar Miertsching,

---

Cotopaxi; dagegen überträfe nach Dana Mt Hood den höchsten Gipfel des Felsgebirges höchstens um 2300 F. Ich mache immer gern aufmerksam auf solche variantes lectiones.

*) Dana, Geol. of the U. S. Expl. Exp. p. 640 und 643—645.

†) Aeltere Varianten der Höhen sind nach Wilkes 9550, nach Simpson 12700 Fuß.

‡) Karsten's Archiv für Mineralogie Bd. I. 1829 S. 243.

||) Humboldt, Essai politique sur la Nouvelle Esp. T. I. p. 266, T. II. p. 310.

§) Nach einem Manuscripte, das ich im Jahre 1803 in den Archiven von Mexico habe benutzen dürfen, ist in der Expedition von Juan Perez und Esteban José Martinez im Jahr 1774 die ganze Küste von Nutka bis zu dem später so genannten Cook's Inlet besucht worden (a. a. O. p. 296—298).

Dolmetscher der Expedition auf dem Schiff Investigation, fand 30 bis 40 Rauchsäulen, welche aus Erdspalten oder kleinen, kegelförmigen Erhebungen von vielfarbigem Letten aufstiegen. Der Schwefelgeruch war so stark, daß man sich den Rauchsäulen kaum auf 12 Schritte nahen konnte. Anstehendes Gestein oder feste Massen waren nicht zu finden. Lichterscheinungen waren Nachts vom Schiffe aus gesehen worden; keine Schlamm-Auswürfe, aber große Hitze des Meerbodens wurden bemerkt: auch kleine Becken schwefelsauren Wassers. Die Gegend verdient eine genaue Untersuchung, und das Phänomen steht als der vulkanischen Thätigkeit in dem californischen Cascaden-Gebirge des Cerro de Buen Tiempo oder des Elias-Berges ganz fremd da. (M'Clure, Discovery of the N. W. Passage p. 99; Papers relative to the Arctic Expedition 1854 p. 34; Miertsching's Reisetagebuch, Gnadau 1855, S. 46.)

Ich habe bisher in ihrem innigen Zusammenhange geschildert die vulkanischen Lebensthätigkeiten unseres Planeten, gleichsam die Steigerung des großen und geheimnißvollen Phänomens einer Reaction des geschmolzenen Inneren gegen die mit Pflanzen- und Thier-Organismen bedeckte Oberfläche. Auf die fast bloß dynamischen Wirkungen des Erdbebens (der Erschütterungswellen) habe ich die Thermalquellen und Salsen, d. i. Erscheinungen folgen lassen, welche, mit oder ohne Selbstentzündung, durch die den Quellwassern und Gas-Ausströmungen mitgetheilte, bleibende Temperatur-Erhöhung wie durch chemische Mischungs-Verschiedenheit erzeugt werden. Der höchste und in seinen Aeußerungen complicirteste Grad der Steigerungen wird in den Vulkanen dargeboten, da diese die großen und so verschiedenartigen Processe krystallinischer Gesteinbildung auf trockenem Wege hervorrufen, und deshalb nicht bloß auflösen und zerstören, sondern auch schaffend auftreten und die Stoffe zu neuen Verbindungen umgestalten. Ein beträchtlicher Theil sehr neuer, wo nicht der neuesten Gebirgsschichten ist das Werk vulkanischer Thätigkeit: sei es, wenn noch jetzt an vielen Punkten der Erde aus eigenen, kegel- oder domförmigen Gerüsten geschmolzene Massen sich ergießen; oder daß in dem Jugendalter unseres Planeten, ohne Gerüste, aus einem Netze offener Spalten neben den Sedementschichten basaltisches und trachytisches Gestein unmittelbar entquoll.

Die Oertlichkeit der Punkte, in welchen ein Verkehr zwischen dem flüssigen Erd-Inneren und der Atmosphäre sich lange offen erhalten hat, habe ich sorgfältigst in den vorstehenden Blättern zu bestimmen gestrebt. Es bleibt jetzt übrig, die Zahl dieser Punkte zu summiren, aus der reichen Fülle der in sehr fernen historischen Zeiten thätigen Vulkane die jetzt entzündeten auszuscheiden, und sie nach ihrer Vertheilung in continentale und Insel-Vulkane zu betrachten. Wenn alle, die ich in der Summirung als untere Grenzzahl (nombre limite, limite inférieure) glaube annehmen zu dürfen, gleichzeitig in Thätigkeit wären: so würde ihr Einfluß auf die Beschaffenheit des Luftkreises und seine klimatischen, besonders electrischen Verhältnisse gewiß überaus bemerkbar sein; aber die Ungleichzeitigkeit der Eruptionen vermindert den Effect und setzt demselben sehr enge und meist nur locale Schranken. Es entstehen bei großen Eruptionen um den Krater, als Folge der Verdampfung, vulkanische Gewitter, welche, von Blitz und heftigen Regengüssen begleitet, oft verheerend wirken; aber ein solches atmosphärisches Phänomen hat keine allgemeine Folgen. Denn daß die denkwürdige Verfinsterung (der sogenannte Höherauch), welcher viele Monate lang vom Mai bis August des Jahres 1783 einen bedeutenden Theil von Europa und Asien, wie Nord-Afrika in Erstaunen setzte (wogegen auf hohen schweizer Gebirgen der Himmel rein und ungetrübt gesehen wurde), von großer Thätigkeit des isländischen Vulcanismus und der Erdbeben von Calabrien verursacht worden sei: wie man bisweilen noch jetzt behauptet; ist mir wegen der Größe der

Erscheinung sehr unwahrscheinlich: wenn gleich ein gewisser Einfluß der Erdbeben, wo sie viel Raum umfassen, auf den ungewöhnlichen Eintritt der Regenzeit, wie im Hochlande von Quito und Riobamba (Februar 1797) oder im süd-östlichen Europa und Kleinasien (Herbst 1856), eher anzunehmen sein möchte als der isolirte Einfluß einer vulkanischen Eruption.

In der hier folgenden Tabelle zeigt die erste Ziffer die Anzahl der in den vorigen Blättern aufgeführten Vulkane an; die zweite, in Parenthesen eingeschlossene Zahl deutet auf den Theil derselben, welcher noch seit der neueren Zeit Beweise der Entzündung gegeben hat.

Zahl der Vulkane auf dem Erdkörper.

I. Europa (Kosmos 4. B.)	7	(4)
II. Inseln des atlantischen Meeres	14	(8)
III. Afrika	3	(1)
IV. Asien, das continentale:	25	(15)
a) westlicher Theil und das Innere	11	(6)
b) Halbinsel Kamtschatka	14	(9)
V. ost-asiatische Inseln	69	(54)
VI. süd-asiatische Inseln	120	(56)
VII. indischer Ocean	9	(5)
VIII. Südsee	40	(26)
IX. Amerika, das continentale:	115	(53)
a) Südamerika:	56	(26)
α) Chili	24	(13)
β) Peru und Bolivia	14	(3)
γ) Quito und Neu-Granada	18	(10)
b) Central-Amerika	29	(18)
c) Mexico, südlich vom Rio Gila	6	(4)
d) Nordwest-Amerika, nördlich vom Gila	24	(5)
Antillen*	5	(3)
	407	(225)

* [illegible]

Das Resultat dieser mühevollen Arbeit, welche mich lange beschäftigt hat, da ich überall zu den Quellen (den geognostischen und geographischen Reiseberichten) aufgestiegen bin, ist

beobachtet worden sein, was freilich bei einer Solfatare ein ungewöhnliches Phänomen ist; denn wenn auch (nach den gründlichen Untersuchungen von Jas. Forbes und Poulett Scrope) an einer Eruption der Solfatare von Pozzuoli im Jahr 1198 wohl nicht zu zweifeln ist, so könnte man doch geneigt sein dies Ereigniß als eine Seitenwirkung des nahe gelegenen Hauptvulkans, des Vesuvs, zu betrachten. (S. Forbes im Edinburg Journal of Science Vol. I. p. 128 und Poul. Scrope in den Transact. of the Geol. Soc. 2d Ser. Vol. II. p. 346.) Lancerote, Hawaii und die Sunda-Inseln bieten uns analoge Beispiele von Ausbrüchen dar, die von den Gipfel-Kratern, dem eigentlichen Sitze der Thätigkeit, überaus fern liegen. Freilich hat sich bei großen Vesuv-Eruptionen in den Jahren 1794, 1822, 1850 und 1855 die Solfatara von Pozzuoli nicht geregt (Julius Schmidt über die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 156): wenn gleich Strabo (lib. V. pag 245) lange vor dem Ausbruche des Vesuvs, in dem Brandfelde von Dicäarchia bei Kymäa und Phlegra auch von Feuer, freilich unbestimmt, spricht. (Dicäarchia erhielt zu Hannibal's Zeit von den Römern, die es da colonisirten, den Namen Puteoli. „Einige meinen", setzt Strabo hinzu, „daß wegen des üblen Geruches des Wassers die ganze dortige Gegend bis Bajä und Kymäa so genannt sei, weil sie voll Schwefels, Feuers und warmer Wasser ist. Einige glauben, daß deshalb Kymäa, Cumanus ager, auch Plegra genannt werde ...."; und danach erwähnt Strabo noch dort „Ergüsse von Feuer und Wasser, προχοὰς τοῦ πυρὸς καὶ τοῦ ὕδατος.")

Die neue vulkanische Thätigkeit der Insel Martinique in der Montagne Pelée (nach Dupuget 4416 F. hoch), dem Vauclin und den Pitons du Carbet ist noch zweifelhafter. Der große Dampf-Ausbruch vom 22. Januar 1792, welchen Chisholm beschreibt, und der Aschenregen vom 5. August 1851 verdienen nähere Prüfung.

Die Soufrière de la Guadeloupe, nach den älteren Messungen von Amic und le Boucher 5100 und 4794 Fuß, aber nach den neuesten und sehr genauen von Charles Sainte-Claire Deville nur 4567 Fuß hoch, hat sich am 28. Sept. 1797 (also 78 Tage vor dem großen Erdbeben und der Zerstörung der Stadt Cumana) als ein Bimsstein auswerfender Vulkan erwiesen (Rapport fait au Général Victor Hugues par Amic et Hapel sur le Volcan de la Basse-Terre, dans la nuit du 7 au 8 Vendimiaire an 6, pag. 46; Humboldt Voy. T. I. p. 316). Der untere Theil des Berges ist dioritisches Gestein; der vulkanische Kegelberg, dessen Gipfel geöffnet ist, labrador-haltiger Trachyt. Lava scheint dem Berge, welchen man wegen seines gewöhnlichen Zustandes die Soufrière nennt, nie in Strömen entflossen zu sein, weder aus dem Gipfel-Krater noch aus Seitenspalten; aber die von dem vortrefflichen, so früh dahingeschiedenen Dufrénoy, mit der ihm eigenen Genauigkeit, untersuchten Aschen der Eruptionen vom September 1797, December 1836 und Februar 1837 erwiesen sich als fein zermalmte Laven-Fragmente, in denen feldspathartige Mineralien (Labrador, Rhyakolith und Sanidin) neben Pyroxen zu erkennen waren. (S. Lherminier, Daver, Elie de Beaumont und Dufrénoy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. IV. 1837 p. 294, 651 und 743—749.) Auch kleine Fragmente von Quarz hat neben den Labrador-Krystallen Deville in den Trachyten der Soufrière (Comptes rendus T. XXXII. p. 675) erkannt, wie Gustav Rose sogar Hexagon-Dodecaëder von Quarz auch in den Trachyten des Vulkans von Arequipa (Meyen, Reise um die Erde Bd. II. S. 23) fand.

Die hier geschilderten Erscheinungen, ein temporäres Ausstoßen sehr verschiedenartiger mineralischer Gebilde aus den Spalten-Oeffnungen einer Soufrière, erinnern recht lebhaft daran, daß, was man Solfatare, Soufrière oder Fumarole zu nennen pflegt, eigentlich nur gewisse Zustände vulkanischer Thätigkeit bezeichnet. Vulkane, die einst Lava ergossen oder, wenn diese gefehlt, unzusammenhangende Schlacken von beträchtlichem Volum, ja endlich dieselben Schlacken, aber durch Reibung gepulvert, ausgestoßen haben; kommen bei verminderter Thätigkeit in ein Stadium, in dem sie nur Schwefel-Sublimate, schweflige Säure und Wasserdampf liefern. Wenn man sie als solche Halbvulkane nennt, so wird man leicht Veranlassung zu der Meinung geben, sie seien eine eigene Classe von Vulkanen. Bunsen: dem mit Boussingault, Senarmont, Charles Deville und Daubrée, durch scharfsinnige und glückliche Anwendung der Chemie auf Geologie und besonders auf die vulkanischen Processe, unsere Wissenschaft so herrliche Fortschritte verdankt, zeigt, „wie da, wo in Schwefel-Sublimationen, welche fast alle vulkanischen Eruptionen begleiten, die Schwefelmassen in Dampfgestalt den glühenden Pyroxen-Gesteinen begegnen, die schweflige Säure ihren Ursprung nimmt durch partielle Zersetzung des in jenen Gesteinen enthaltenen Eisen-Oxydes. Sinkt darauf die vulkanische Thätigkeit zu niederen Temperaturen herab, so tritt die chemische Thätigkeit dieser Zone in eine neue Phase. Die daselbst erzeugten Schwefel-Verbindungen des Eisens und vielleicht der Erd- und Alkali-Metalle beginnen ihre Wirkung auf den Wasserdampf; und als Resultat der Wechselwirkung entstehen Schwefel-Wasserstoff und dessen Zersetzungs-Producte: freier Wasserstoff und Schwefeldampf." — Die Schwefel-Fumarolen überdauern die großen vulkanischen Ausbrüche Jahrhunderte lang. Die Salzsäuren-Fumarolen gehören einer anderen und späteren Periode an. Sie können nur selten den Charakter permanenter Erscheinungen annehmen. Der Ursprung der Salzsäure in den Krater-Gasen ergiebt sich daraus, daß das Kochsalz, welches so oft als Sublimations-Product bei Vulkanen, besonders am Vesuv, auftritt, bei höheren Temperaturen unter Mitwirkung von Wasserdampf durch Silicate in Salzsäure und Natron zerlegt wird, welches letztere sich mit den vorhandenen Silicaten verbindet. Salzsäuren-Fumarolen, die bei italiänischen Vulkanen nicht selten in dem großartigsten Maaßstabe, und dann gewöhnlich von mächtigen Kochsalz-Sublimationen begleitet zu sein pflegen, erscheinen für Island von sehr geringer Bedeutung. Als die Endglieder in der chronologischen Reihenfolge aller dieser Erscheinungen treten zuletzt nur die Emanationen der Kohlensäure auf. Der Wasserstoff-Gehalt ist bisher in den vulkanischen Gasen fast gänzlich übersehen worden. Er ist vorhanden in der Dampfquelle der großen Solfatare von Krisuvik und Reykjalidh auf Island: und zwar an beiden Orten mit Schwefel-Wasserstoff verbunden. Da sich der letztre in Contact mit schwefliger Säure gegenseitig mit dieser unter Abscheidung von Schwefel zersetzt, so können beide niemals zugleich auftreten. Sie finden sich aber nicht selten auf einem und demselben Fumarolen-Felde dicht neben einander. War das Schwefel-Wasserstoff-Gas in den eben genannten isländischen Solfataren so unverkennbar, so fehlte es dagegen gänzlich in dem Solfataren-Zustand, in welchem sich der Krater des Hekla kurz nach der Eruption vom Jahr 1845 befand: also in der ersten Phase der vulkanischen Nachwirkungen. Es ließ sich daselbst weder durch den Geruch noch durch Reagentien die geringste Spur von Schwefel-Wasserstoff nachweisen, während die reichliche Schwefel-Sublimation die Gegenwart der schwefligen Säure schon in weiter Entfernung durch den Geruch unzweifelhaft zu erkennen gab. Zwar zeigten sich über den Fumarolen bei Annäherung einer brennenden Cigarre jene dicken Rauch-

Erscheinung sehr unwahrscheinlich: wenn gleich ein gewisser Einfluß der Erdbeben, wo sie viel Raum umfassen, auf den ungewöhnlichen Eintritt der Regenzeit, wie im Hochlande von Quito und Riobamba (Februar 1797) oder im süd-östlichen Europa und Kleinasien (Herbst 1856), eher anzunehmen sein möchte als der isolirte Einfluß einer vulkanischen Eruption.

In der hier folgenden Tabelle zeigt die erste Ziffer die Anzahl der in den vorigen Blättern aufgeführten Vulkane an; die zweite, in Parenthesen eingeschlossene Zahl deutet auf den Theil derselben, welcher noch seit der neueren Zeit Beweise der Entzündung gegeben hat.

Zahl der Vulkane auf dem Erdkörper.

I. Europa (Kosmos 4. B.)	7	(4)
II. Inseln des atlantischen Meeres	14	(8)
III. Afrika	3	(1)
IV. Asien, das continentale:	25	(15)
a) westlicher Theil und das Innere	11	(6)
b) Halbinsel Kamtschatka	14	(9)
V. ost-asiatische Inseln	69	(54)
VI. süd-asiatische Inseln	120	(56)
VII. indischer Ocean	9	(5)
VIII. Südsee	40	(26)
IX. Amerika, das continentale:	115	(53)
a) Südamerika:	56	(26)
α) Chili	24	(13)
β) Peru und Bolivia	14	(3)
γ) Quito und Neu-Granada	18	(10)
b) Central-Amerika	29	(18)
c) Mexico, südlich vom rio Gila	6	(4)
d) Nordwest-Amerika, nördlich vom Gila	24	(5)
Antillen*)	5	(3)
	407	(225)

*) In den antillischen Inseln ist die vulkanische Thätigkeit auf die sogenannten Kleinen Antillen eingeschränkt: da drei oder vier noch thätige Vulkane auf einer etwas bogenförmigen Spalte von Süden nach Norden, den Vulkan-Spalten Central-Amerika's ziemlich parallel, ausgebrochen sind. Ich habe schon bei einer anderen Gelegenheit: bei den Betrachtungen, welche die Gleichzeitigkeit der Erdbeben in den Flußthälern des Ohio, Mississippi und Arkansas mit denen des Orinoco und des Littorals von Venezuela anregt; das kleine Meer der Antillen in seinem Zusammenhang mit dem Golf von Mexico und der großen Ebene der Luisiana zwischen den Alleghanys und Rocky Mountains, nach geognostischen Ansichten, als ein einiges altes Becken geschildert (Voyage aux Régions équinoxiales T. II. p. 5 und 19; Kosmos 4. Buch S. 640). Dieses Becken wird in seiner Mitte, zwischen 18° und 22° Breite, durch eine plutonische Gebirgsreihe vom Cap Catoche der Halbinsel Yucatan an bis Tortola und Virgen gorda durchschnitten. Cuba, Haiti und Portorico bilden eine west-östliche Reihe, welche der Granit- und Gneiß-Kette von Caracas parallel läuft; dagegen verbinden die, meist vulkanischen, Kleinen Antillen die eben bezeichnete plutonische Kette (die der Großen Antillen) und die des Littorals von Venezuela mit einander; sie schließen den südlichen Theil des Beckens in Osten. Die jetzt noch thätigen Vulkane der Kleinen Antillen liegen zwischen den Parallelen von 1 ° bis 16°¼. Es folgen von Süden nach Norden:

Der Vulkan der Insel St. Vincent, bald zu 3000, bald zu 4740 Fuß Höhe angegeben. Seit dem Ausbruch von 1718 herrschte Ruhe, bis ein ungeheurer Lava-Ausbruch am 27. April 1812 erfolgte. Die ersten Erschütterungen, dem Krater nahe, fingen bereits im Mai 1811 an: drei Monate nachdem die Insel Sabrina in den Azoren aus dem Meere aufgestiegen war. In dem Bergthal von Caracas, 3280 F. über dem Meeresspiegel, begannen sie schwach schon im December desselben Jahres. Die völlige Zerstörung der großen [illegible] war am 26. März 1812. So wie mit Recht das Erdbeben, welches am 14. Decbr. 1796 Cumana zerstörte, der Eruption des Vulkans von Guadeloupe (Ende September 1796) zugeschrieben wurde, so scheint der Untergang von Caracas eine Wirkung der Reaction eines südlicheren Vulkans der Antillen, des von St. Vincent, gewesen zu sein. Das furchtbare, dem Kanonendonner gleiche, unterirdische Getöse, welches eine heftige Eruption des zuletzt genannten Vulkans am 30. April 18[illegible] erregte, wurde in den weiten Gras-Ebenen (Llanos) von Calabozo und an den Ufern des Rio Apure, 48 geographische Meilen westlicher als seine Vereinigung [illegible] dem Orinoco, vernommen (Humboldt, Voy. T. [illegible] p. 14). Der Vulkan von St. Vincent hatte keine [illegible] gegeben seit 1718; am 30. April entfloß ein Lava[illegible] dem Gipfel-Krater und gelangte nach 4 Stunden [illegible] an das Meeresufer. Sehr auffallend ist es [illegible] und mir von sehr verständigen Küstenfahrern [illegible] worden, daß das Getöse auf offenem Meere fern von [illegible] Insel weit stärker war als nahe am Littoral.

Der Vulkan der Insel S. Lucia, gewöhnlich [illegible] eine Solfatare genannt, ist kaum zwölf- bis [illegible] zehnhundert Fuß hoch. Im Krater liegen viele [illegible] periodisch mit siedendem Wasser gefüllte Becken. [illegible] Jahr 1766 soll ein Auswurf von Schlacken und [illegible]

Das Resultat dieser mühevollen Arbeit, welche mich lange beschäftigt hat, da ich überall zu den Quellen (den geognostischen und geographischen Reiseberichten) aufgestiegen bin, ist

---

beobachtet worden sein, was freilich bei einer Solfatare ein ungewöhnliches Phänomen ist; denn wenn auch (nach den gründlichen Untersuchungen von Jac. Forbes und Poulett Scrope) an einer Eruption der Solfatare von Pozzuoli im Jahr 1198 wohl nicht zu zweifeln ist, so konnte man doch geneigt sein dies Ereigniß als eine Seitenwirkung des nahe gelegenen Hauptvulkans, des Vesuvs, zu betrachten. (S. Forbes im Edinburg Journal of Science Vol. I. p. 128 und Poul. Scrope in den Transact. of the Geol. Soc. 2d Ser. Vol. II. p. 346.) Lancerote, Hawaii und die Sunda-Inseln bieten uns analoge Beispiele von Ausbruchen dar, die von den Gipfel-Kratern, dem eigentlichen Sitze der Thätigkeit, überaus fern liegen. Freilich hat sich bei großen Vesuv-Eruptionen in den Jahren 1794, 1822, 1850 und 1855 die Solfatara von Pozzuoli nicht geregt (Julius Schmidt über die Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 156): wenn gleich Strabo (lib. V. pag 245) lange vor dem Ausbruche des Vesuvs, in dem Brandfelde von Dicäarchia bei Kymäa und Phlegra auch von Feuer, freilich unbestimmt, spricht. (Dicäarchia erhielt zu Hannibal's Zeit von den Römern, die es da colonisirten, den Namen Puteoli. „Einige meinen", setzt Strabo hinzu, „daß wegen des üblen Geruches des Wassers die ganze dortige Gegend bis Bajä und Kymäa so genannt sei, weil sie voll Schwefels, Feuers und warmer Wasser ist. Einige glauben, daß deshalb Kymäa, Cumanus ager, auch Phlegra genannt werde . . . ."; und danach erwähnt Strabo noch dort „Ergüsse von Feuer und Wasser, προχοὰς τοῦ πυρὸς καὶ τοῦ ὕδατος.")

Die neue vulkanische Thätigkeit der Insel Martinique in der Montagne Pelée (nach Dupuget 4416 F. hoch), dem Vauclin und den Pitons du Carbet ist noch zweifelhafter. Der große Dampf-Ausbruch vom 22. Januar 1792, welchen Chisholm beschreibt, und der Aschenregen vom 5. August 1851 verdienen nähere Prüfung.

Die Soufrière de la Guadeloupe, nach den älteren Messungen von Amic und le Boucher 5100 und 4794 F., aber nach den neuesten und sehr genauen von Charles Sainte-Claire Deville nur 4567 Fuß hoch, hat sich am 28. Sept. 1797 (also 78 Tage vor dem großen Erdbeben und der Zerstörung der Stadt Cumaná) als ein Bimsstein auswerfender Vulkan erwiesen (Rapport fait au Général Victor Hugues par Amic et Hapel sur le Volcan de la Basse-Terre, dans la nuit du 7 au 8 Vendimiaire an 6, pag. 46; Humboldt Voy. T. I. p. 316). Der untere Theil des Berges ist dioritisches Gestein; der vulkanische Kegelberg, dessen Gipfel offen ist, labrador-haltiger Trachyt. Lava scheint dem Berge, welchen man wegen seines gewöhnlichen Zustandes die Soufrière nennt, nie in Strömen entflossen zu sein, weder aus dem Gipfel-Krater noch aus Seitenspalten; aber die von dem vortrefflichen, so früh dahingeschiedenen Dufrénoy, mit der ihm eigenen Genauigkeit, untersuchten Aschen der Eruptionen vom September 1797, December 1836 und Februar 1837 erwiesen sich als fein zermalmte Laven-Fragmente, in denen feldspathartige Mineralien (Labrador, Ryakolith und Sanidin) neben Pyroxen zu erkennen waren. (S. Lherminier, Daver, Elie de Beaumont und Dufrénoy in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. IV. 1837 p. 294, 651 und 743—749.) Auch kleine Fragmente von Quarz hat neben den Labrador-Krystallen Deville in den Trachyten der Soufrière (Comptes rendus T. XXXII. p. 675) erkannt, wie Gustav Rose sogar Hexagon-Dodecaëder von Quarz auch in den Trachyten des Vulkans von Arequipa (Meyen, Reise um die Erde Th. II. S. 23) fand. [illegible] die hier geschilderten Erscheinungen [illegible] [illegible] ein [illegible] [illegible] ergossen sehr verschiedenartig[illegible] [illegible] [illegible]lische [illegible]

aus den Spalten-Oeffnungen einer Soufrière, erinnern recht lebhaft daran, daß, was man Solfatare, Soufrière oder Fumarole zu nennen pflegt, eigentlich nur gewisse Zustände vulkanischer Thätigkeit bezeichnet. Vulkane, die einst Lava ergossen oder, wenn diese gefehlt, unzusammenhangende Schlacken von beträchtlichem Volum, ja endlich dieselben Schlacken, aber durch Reibung gepulvert, ausgestoßen haben; kommen bei verminderter Thätigkeit in ein Stadium, in dem sie nur Schwefel-Sublimate, schweflige Säure und Wasserdampf liefern. Wenn man sie als solche Halbvulkane nennt, so wird man leicht Veranlassung zu der Meinung geben, sie seien eine eigene Classe von Vulkanen. Bunsen: dem mit Boussingault, Senarmont, Charles Deville und Daubrée, durch scharfsinnige und glückliche Anwendung der Chemie auf Geologie und besonders auf die vulkanischen Processe, unsere Wissenschaft so herrliche Fortschritte verdankt, zeigt, „wie da, wo in Schwefel-Sublimationen, welche fast alle vulkanischen Eruptionen begleiten, die Schwefelmassen in Dampfgestalt den glühenden Pyroxen-Gesteinen begegnen, die schweflige Säure ihren Ursprung nimmt durch partielle Zersetzung des in jenen Gesteinen enthaltenen Eisen-Oxydes. Sinkt darauf die vulkanische Thätigkeit zu niederen Temperaturen herab, so tritt die chemische Thätigkeit dieser Zone in eine neue Phase. Die daselbst erzeugten Schwefel-Verbindungen des Eisens und vielleicht der Erd- und Alkali-Metalle beginnen ihre Wirkung auf den Wasserdampf; und als Resultat der Wechselwirkung entstehen Schwefel-Wasserstoff und dessen Zersetzungs-Producte: freier Wasserstoff und Schwefeldampf." — Die Schwefel-Fumarolen überdauern die großen vulkanischen Ausbrüche Jahrhunderte lang. Die Salzsäuren-Fumarolen gehören einer anderen und späteren Periode an. Sie können nur selten den Charakter permanenter Erscheinungen annehmen. Der Ursprung der Salzsäure in den Krater-Gasen ergiebt sich daraus, daß das Kochsalz, welches so oft als Sublimations-Product bei Vulkanen, besonders am Vesuv, auftritt, bei höheren Temperaturen unter Mitwirkung von Wasserdampf durch Silicate in Salzsäure und Natron zerlegt wird, welches letztere sich mit den vorhandenen Silicaten verbindet. Salzsäuren-Fumarolen, die bei italiänischen Vulkanen nicht selten in dem großartigsten Maaßstabe, und dann gewöhnlich von mächtigen Kochsalz-Sublimationen begleitet zu sein pflegen, erscheinen für Island von sehr geringer Bedeutung. Als die Endglieder in der chronologischen Reihenfolge aller dieser Erscheinungen treten zuletzt nur die Emanationen der Kohlensäure auf. Der Wasserstoff-Gehalt ist bisher in den vulkanischen Gasen fast gänzlich übersehen worden. Er ist vorhanden in der Dampfquelle der großen Solfatare von Krisuvik und Reykjalidh auf Island: und zwar an beiden Orten mit Schwefel-Wasserstoff verbunden. Da sich der letztre in Contact mit schwefliger Säure gegenseitig mit dieser unter Abscheidung von Schwefel zersetzt, so können beide niemals zugleich auftreten. Sie finden sich aber nicht selten auf einem und demselben Fumarolen-Felde dicht neben einander. War das Schwefel-Wasserstoff-Gas in den eben genannten isländischen Solfataren so unverkennbar, so fehlte es dagegen gänzlich in dem Solfataren-Zustand, in welchem sich der Krater des Hekla kurz nach der Eruption vom Jahr 1845 befand: also in der ersten Phase der vulkanischen Nachwirkungen. Es ließ sich daselbst weder durch den Geruch noch durch Reagentien die geringste Spur von Schwefel-Wasserstoff [illegible]wiesen, während die reichliche Schwefel-Sublima[illegible] [illegible]genwart der schwefligen Säure schon in wel[illegible] [illegible] durch den Geruch unzweifelhaft zu er[illegible] [illegible] [illegible]ber den Fumarolen bei [illegible] [illegible]arre jene dicken Rauch[illegible]

gewesen: daß von 407 aufgeführten Vulkanen noch in der neueren Zeit sich 225 als entzündet gezeigt haben. Die früheren Angaben der Zählung*) *thätiger Vulkane* sind bald um 30, bald um 50 geringer ausgefallen: schon darum, weil sie nach anderen Grundsätzen angefertigt wurden. Ich habe mich für diese Abtheilung auf diejenigen Vulkane beschränkt, welche noch Dämpfe ausstoßen oder *historisch gewisse* Eruptionen gehabt haben im 19ten oder in der letzten Hälfte des 18ten Jahrhunderts. Es giebt allerdings Unterbrechungen von Ausbrüchen, die über vier Jahrhunderte und mehr hinausgehen; aber solche Erscheinungen gehören zu den seltensten. Man kennt die langsame Folge der großen Ausbrüche des Vesuvs in den Jahren 79' 203' 512, 652, 983, 1138 und 1500. Vor der großen Eruption des Epomeo auf Ischia vom Jahr 1302 kennt man allein die aus den Jahren 36 und 45 vor unserer Zeitrechnung: also 55 Jahre vor dem Ausbruch des Vesuvs.

Strabo, der, 90 Jahre alt, unter Tiberius (99 Jahre nach der Besetzung des Vesuvs durch Spartacus) starb und auf den keine historische Kenntniß eines älteren Ausbruchs gekommen war, erklärt doch den Vesuv für einen alten, längst *ausgebrannten* Vulkan. „Ueber den Orten" (Herculanum und Pompeji), sagt er, „liegt der Berg *Vesuios*, von den schönsten Feldgütern umwohnt, außer dem Gipfel. Dieser ist zwar großentheils eben, aber unfruchtbar insgesammt, der Ansicht nach aschenartig. Er zeigt spaltige Höhlen von rußfarbigem Gestein, wie wenn es vom Feuer zerfressen wäre: so daß man vermuthen darf, diese Stelle habe ehemals gebrannt und Schlundbecher des Feuers gehabt; sei aber erloschen, als der Brennstoff verzehrt war." (*Strabo* lib. V. pag. 247 Casaub.) Diese Beschreibung der primitiven Gestaltung des Vesuvs deutet weder auf einen *Aschenkegel* noch auf eine *kraterähnliche Vertiefung*†) des alten Gipfels, welche,

---

wolken, welche *Melloni* und *Piria* (Compt. rend. T. XI. 1840 p. 352 und *Poggendorff's* Annalen Ergänzungsband 1842 S. 511) als ein Kennzeichen der geringsten Spuren von Schwefel-Wasserstoff nachgewiesen haben. Da man sich aber leicht durch Versuche überzeugen kann, daß auch Schwefel für sich, wenn er mit Wasserdämpfen sublimirt wird, dasselbe Phänomen hervorbringt, so bleibt es zweifelhaft, ob auch nur eine Spur von Schwefel-Wasserstoff die Krater-Emanationen am Hekla 1845 und am Vesuv 1843 begleitet habe. (Vergl. die treffliche, in geologischer Hinsicht so wichtige Abhandlung von Robert *Bunsen* über die Prozesse der vulkanischen Gesteinsbildungen Islands in *Poggend.* Annalen Bd. 83. 1851 S. 241, 244, 246, 248, 250, 254 und 256: als Erweiterung und Berichtigung der Abhandlungen von 1847 in *Wöhler's* und *Liebig's* Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 62. S. 19.) Daß die Emanationen der Solfatare von Pozzuoli nicht Schwefel-Wasserstoff seien und daß sich nicht aus diesem durch Contact mit der Atmosphäre ein Schwefel absetze, wie *Breislak* in seiner Schrift (Essai minéralogique sur la soufrière de Pozzuoli 1792 p. 128—130) behauptet hatte; bemerkte schon Gay-Lussac, als zur Zeit des großen Lava-Ausbruchs im Jahr 1805 ich mit ihm die phlegräischen Felder besuchte. Sehr bestimmt läugnet auch der scharfsinnige Arcangelo *Scacchi* (Memorie geologiche sulla Campania 1849 p. 49—121) die Existenz des Schwefel-Wasserstoffs, weil ihm Piria's Prüfungsmittel nur die Anwesenheit des Wasserdampfs zu erweisen schienen: Son di avviso che lo solfo emane mescolato a i vapori acquei senza essere in chimica combinazione con altre sostanze. Eine wirkliche und von mir so lange erwartete Analyse der Gas-Arten, welche die Solfatare von Pozzuoli ausstößt, ist erst ganz neuerlich von Charles Sainte-Claire Deville und Leblanc geliefert worden, und hat die *Abwesenheit* des Schwefel-Wasserstoffs vollkommen bestätigt (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XLIII. 1856 p. 746). Dagegen bemerkte Sartorius von Waltershausen (physisch-geographische Skizze von Island 1847 S. 120) an Eruptions-Kegeln des Aetna 1811 den starken Geruch von Schwefel-Wasserstoff, wo man in andern Jahren nur schweflige Säure verspürte. Ch. Deville hat auch nicht bei *Girgenti* und in den *Macalube*, sondern an dem östlichen Abhange des Aetna, in der Quelle von Santa Venerina, einen kleinen Antheil von Schwefel-Wasserstoff gefunden. Auffallend ist es, daß in der wichtigen Reihe chemischer Analysen, welche Boussingault an Gas aushauchenden Vulkanen der Andeskette (von Puracé und Tolima bis zu den Hochebenen von los Pastos und Quito) gemacht hat, sowohl Salzsäure als hydrogène sulfureux fehlen.

*) Die älteren Arbeiten geben für noch entzündete Vulkane folgende Zahlen: bei *Werner* 193, bei Cäsar von Leonhard 187, bei Arago 175 (Astronomie populaire T. III. p. 170): Variationen in Vergleich mit meinem Resultate alle in minus oscillirend in der unteren Grenze in Unterschieden von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{45}$, worauf Verschiedenheit der Grundsätze in der Beurtheilung der noch bestehenden Entzündung und Mangelhaftigkeit des eingesammelten Materials gleichmäßig einwirken. Da, wie schon oben bemerkt ist und historische Erfahrungen lehren, nach sehr langen Perioden für ausgebrannt gehaltene Vulkane wieder thätig werden; so ist das Resultat, welches ich aufstelle, eher für zu *niedrig* als für zu hoch zu erachten. Leopold von Buch in dem Anhange zu seiner meisterhaften Beschreibung der canarischen Inseln, und Landgrebe in seiner Geographie der Vulkane haben kein allgemeines Zahlen-Resultat zu geben gewagt.

†) Diese Beschreibung ist also ganz im Gegensatz der oft wiederholten Abbildung des *Vesuvs* nach Strabo in *Poggendorff's* Annalen der Physik Bd. XXXVII S. 190 Tafel I. Erst ein sehr später Schriftsteller, *Dio Cassius*, unter Septimius Severus, spricht nicht (wie oft behauptet worden ist) von Entstehung mehrerer Gipfel, sondern bemüht sich zu erweisen, wie in dem Lauf der Zeiten die Gipfelform sich umgeändert hat. Er erinnert daran (also ganz zur Bestätigung des Strabo), daß der Berg ehemals einen *überall* ebenen

umwallt, dem Spartacus*) und seinen Gladiatoren zur Schutzwehr dienen konnte. Auch Diodor von Sicilien (lib. IV. cap. 21,5), der unter Cäsar und Augustus lebte, bezeichnet bei den Zügen des Hercules und dessen Kampfe mit den Giganten in den phlegräischen Feldern „den jetzt so genannten Vesuvius als einen λόφος, welcher, dem Aetna in Sicilien vergleichbar, einst viel Feuer ausstieß und (noch) Spuren der alten Entzündung aufweist." Er nennt den ganzen Raum zwischen Cumä und Neapolis die phlegräischen Felder, wie Polybius (lib. II. cap. 17) den noch größeren Raum zwischen Capua und Nola: während Strabo (lib.V.pag. 246) die Gegend bei Puteoli (Dicäarchia), wo die große Solfatare liegt, mit so vieler localer Wahrheit beschreibt und Ἡφαίστου ἀγορά nennt. In späterer Zeit ist gemeinhin auf diese Gegend der Name τὰ φλεγραῖα πεδία beschränkt, wie noch jetzt die Geognosten die mineralogische Zusammensetzung der Laven der phlegräischen Felder der aus der Umgegend des Vesus entgegenstellen. Dieselbe Meinung, daß es in alten Zeiten unter dem Vesuv gebrannt und daß dieser Berg alte Ausbrüche gehabt habe, finden wir in dem Lehrbuch der Architectur des Vitruvius (lib II. cap. 6) auf das bestimmteste ausgedrückt in einer Stelle, die bisher nicht genug beachtet worden ist: Non minus etiam memoratur, antiquitus crevisse ardores et abundavisse sub Vesuvio monte, et inde evomuisse circa agros flammam. Ideoque nunc qui spongia sive *pumex Pompejanus* vocatur, excoctus ex alio genere lapidis, in hanc redactus esse videtur generis qualitatem. Id autem genus spongiae, quod inde eximitur, non in omnibus locis nascitur, nisi circum Aetnam et collibus Mysiae, qui a Graecis κατακεκαυμένοι nominantur. Da nach den Forschungen von Böckh und Hirt kein Zweifel mehr darüber herrschen kann, daß Vitruv unter August gelebt hat†), also ein volles Jahrhundert vor der Eruption des Vesuvs, bei welcher der ältere Plinius den Tod fand; so bietet die angeführte Stelle und der Ausdruck pumex Pompejanus (die Verbindung von Bimsstein und Pompeji) noch ein besondres geognostisches Interesse in Hinsicht auf die Streitfrage dar: ob nach der scharfsinnigen Vermuthung Leopolds von Buch‡) Pompeji nur bedeckt worden sei durch die bei der ersten Bildung der Somma gehobenen, bimssteinhaltigen Tuffschichten, welche, von submariner Bildung, die ganze Fläche zwischen dem apenninischen

---

Gipfel hatte. Seine Worte (lib. LXVI cap. 21, ed. Sturz Vol. IV. 1824 p. 240) lauten also: „Denn der Vesuv ist am Meere bei Neapel gelegen und hat reichliche Feuerquellen. Der ganze Berg war ehemals gleich hoch, und aus seiner Mitte erhob sich das Feuer: denn an dieser Stelle ist er allein in Brand. Das ganze Aeußere desselben ist aber noch bis auf unsere Zeiten feuerlos. Da nun das Aeußere stets ohne Brand ist, das Mittlere aber ausgetrocknet (erhitzt) und in Asche verwandelt wird, so haben die Spitzen umher bis jetzt die alte Höhe. Der ganze feurige Theil aber, durch die Länge der Zeit aufgezehrt, ist durch Senkung hohl geworden, so daß der ganze Berg (um Kleines mit Großem zu vergleichen) einem Amphitheater ähnlich ist." (Vergl. Sturz Vol. VI. Annot. II. p. 568.) Dies ist eine deutliche Beschreibung derjenigen Bergmassen, die seit dem Jahre 79 Kraterränder geworden sind. Die Deutung auf das Atrio del Cavallo scheint mir unrichtig. — Nach der großen, vortrefflichen, hypsometrischen Arbeit des so thätigen und ausgezeichneten Olmützer Astronomen Julius Schmidt vom Jahr 1855 hat die Punta Nasone der Somma 590 Toisen, das Atrio del Cavallo am Fuß der Punta Nasone 417ᵗ, Punta oder Rocca del Palo (der höchste nördliche Kraterrand des Vesuvs) 624ᵗ. Meine barometrischen Messungen von 1822 gaben (Ansichten der Natur Bd. II. S. 290—292) für dieselben drei Punkte die Höhen 586, 403 und 629ᵗ (Unterschiede von 24, 84 und 30 F.). Der Boden des Atrio del Cavallo hat nach Julius Schmidt (Eruption des Vesuvs im Mai 1855 S. 95) seit dem Ausbruche im Februar 1850 große Niveau-Veränderungen erlitten.

*) Vellejus Paterculus, der unter Tiberius starb, nennt (II. 30) allerdings den Vesuv als den Berg, welchen Spartacus mit seinen Gladiatoren besetzte: während bei Plutarch in der Biographie des Crassus cap. 11 bloß von einer felsigen Gegend die Rede ist, die einen einzigen schmalen Zugang hatte. Der Sklavenkrieg des Spartacus war im Jahr 681 der Stadt Rom, also 152 Jahre vor dem Plinianischen Ausbruch des Vesuvs (24. August 79 n. Chr.). Daß Florus, ein Schriftsteller, der unter Trajan lebte und also, den eben bezeichneten Ausbruch kennend, wußte, was der Berg in seinem Inneren verbirgt, denselben cavus nennt; kann, wie schon von Anderen bemerkt worden ist, für die frühere Gestaltung nichts erweisen. (Florus lib. I. cap. 16: Vesuvius mons, Aetnaei ignis imitator; lib. III. cap. 20: fauces cavi montis.)

†) Vitruvius hat auf jeden Fall früher als der ältere Plinius geschrieben: nicht bloß weil er in dem, von dem englischen Uebersetzer Newton mit Unrecht angegriffenen, Plinianischen Quellen-Register dreimal (lib. XVI, XXXV und XXXVI) citirt ist; sondern weil eine Stelle im Buch XXXV cap. 14 § 170—172, wie Sillig (Vol. V. 1851 p. 277) und Brunn (Diss. de auctorum indicibus Plinianis, Bonnae 1856, p. 55—60) bestimmt erwiesen haben, aus unserem Vitruvius von Plinius selbst excerpirt worden ist. Vergl. auch Sillig's Ausgabe des Plinius Vol. V. p. 272. Hirt in seiner Schrift über das Pantheon setzt die Abfassung der Architectur des Vitruvius zwischen die Jahre 16 und 14 vor unserer Zeitrechnung.

‡) Poggendorff's Annalen Bd. XXXVII. S. 175—180.

Gebirge und der westlichen Küste von Capua bis Sorrent, von Nola bis über Neapel hinaus, in söhligen Schichten bedecken; oder ob der Vesuv, ganz gegen seine jetzige Gewohnheit, aus seinem Inneren den Bimsstein selbst ausgestoßen habe?

Carmine Lippi*) sowohl, der (1816) die Tuff-Bedeckung von Pompeji einer Wasserbedeckung zuschreibt; als sein scharfsinniger Gegner, Archangelo Scacchi †), in dem Briefe, welcher an den Cavaliere Francesco Avellino (1843) gerichtet ist: haben auf die merkwürdige Erscheinung aufmerksam gemacht, daß ein Theil der Bimssteine von Pompeji und der Somma kleine Kalkstücke einschließen, die ihre Kohlensäure nicht verloren haben: was, wenn dieselben einem großen Drucke in feuriger Bildung ausgesetzt gewesen sind, nicht viel Wunder erregen kann. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, Proben dieser Bimssteine in den interessanten geognostischen Sammlungen meines gelehrten Freundes und akademischen Collegen, des Dr. Ewald, zu sehen. Die Gleichheit der mineralogischen Beschaffenheit an zwei entgegengesetzten Punkten mußte die Frage veranlassen: ob, was Pompeji bedeckt, wie Leopold von Buch will, bei dem Ausbruch des Jahrs 79 von den Abhängen der Somma herabgestürzt ist; oder ob der neu geöffnete Krater des Vesuvs, wie Scacchi behauptet, Bimsstein gleichzeitig nach Pompeji und an die Somma geworfen habe? Was zu den Zeiten des Vitruvius, unter Augustus, als pumex Pumpejanus bekannt war, leitet auf Vor-Plinianische Ausbrüche; und nach den Erfahrungen, welche wir über die Veränderlichkeit der Bildungen in verschiedenem Alter und bei verschiedenen Zuständen vulkanischer Thätigkeit haben, ist man wohl eben so wenig berechtigt absolut zu läugnen, der Vesuv habe von seiner Entstehung an nie Bimsstein hervorbringen können: als absolut anzunehmen, Bimsstein, d. h. der fasrige oder poröse Zustand eines pyrogenen Minerals, könne sich nur bilden, wo Obsidian oder Trachyt mit glasigem Feldspath (Sanidin) vorhanden sei.

Wenn auch nach den angeführten Beispielen von der Länge der Perioden, in denen die Wiederbelebung eines schlummernden Vulkans erfolgen kann, viel Ungewißheit übrig bleibt; so ist es doch von großer Wichtigkeit, die geographische Vertheilung der entzündeten Vulkane für ein bestimmte Zeit zu constatiren. Von den 225 Schlünden, durch welche in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das geschmolzene Innere der Erde mit dem Luftkreise in vulkanischem Verkehr steht, liegen 70, also ein Drittel, auf den Continenten; und 155, oder zwei Drittel, auf der Inselwelt. Von den 70 Continental-Vulkanen gehören 53 oder $\frac{3}{4}$ zu Amerika, 15 zu Asien, 1 zu Europa und 1 oder 2 zu der uns bisher bekannt gewordenen Feste von Afrika. In den süd-asiatischen Inseln (Sunda-Inseln und Molukken) wie in den Aleuten und Kurilen, welche zu den ost-asiatischen Inseln gehören, liegt auf dem engsten Raume die größte Menge der Insel-Vulkane. In den Aleuten sind vielleicht mehr, in neuen historischen Zeiten thätige Vulkane enthalten als in dem ganzen Continent von Südamerika. Auf dem gesammten Erdkörper ist der Streifen, welcher sich zwischen 75° westlicher und 125° östlicher Länge von Paris wie von 47° südlicher bis 66° nördlicher Breite von Südost nach Nordwest in dem mehr westlichen Theile der Südsee hinzieht, der vulkanreichste.

Will man den großen Meeresgolf, welchen wir die Südsee zu nennen pflegen, sich kosmisch von dem Parallel der Berings-Straße und dem von Neu-Seeland, der zugleich auch der Parallel von Süd-Chili und Nord-Patagonien ist, begrenzt vorstellen; so finden wir — und dieses Resultat ist sehr merkwürdig — im Inneren des Beckens und um dasselbe her (in seiner continentalen asiatischen und amerikanischen Begrenzung) von den 225 entzündeten Vulkanen der ganzen Erde 198 oder nahe an $\frac{7}{8}$. Die den Polen nächsten Vulkane sind nach unserer jetzigen geographischen Kenntniß: in der nördlichen Hemisphäre der Vulkan Esk auf der kleinen Insel Jan Mayen, lat. 71° 1′ und long. 9° 51′ westl. von

*) Carmine Lippi: Fu il fuoco o l'acqua che sotterò Pompei ed Ercolano? (1816) p. 10.

†) Scacchi, Osservazioni critiche sulla maniera come fu seppellita l'Antica Pompei 1843 p. 8—10.

fel (Kosmos 4. B. S. 757—760) 33 bis 38 M.; die der Auvergne, des Velay und Vivarais*) nach Abtheilung in 3 abgesonderte Gruppen (Gruppe des Puy de Dôme b Clermont mit den Monts-Dore, Gruppe des Cantal, Gruppe von le Puy und Mezenc) 37, 29 und 21 Meilen. Die ausgebrannten Vulkane von Olot, südlich von den Pyrenäen, westlich von Gerona, mit ihren deutlichen, bisweilen getheilten Lavaströmen, liegen nur 7 M. von den catalonischen Küsten des Mittelmeeres entfernt: dagegen die unbezweifelten und allem Anscheine nach sehr frisch ausgebrannten Vulkane in der langen Kette der Rocky Mountains im nordwestlichen Amerika 150 bis 170 M. Entfernung von dem Littoral der Südsee zählen.

Ein sehr abnormes Phänomen in der geographischen Vertheilung der Vulkane ist die Existenz in historischer Zeit thätiger, vielleicht noch theilweise brennender Vulkane in der Gebirgskette des Thian-schan (des Himmelsgebirges), zwischen den zwei Parallelketten des Altai und des Kuen-lün: deren Existenz Abel-Rémusat und Klaproth zuerst bekannt gemacht und welche ich in meinem Werke über Inner-Asien, auf die scharfsinnigen und mühevollen sinologischen Forschungen von Stanislas Julien gestützt, vollständiger habe behandeln können. †) Der Abstand des Vulkans Pe-schan (Montblanc) mit seinen

*) In den drei Gruppen, welche nach alter geographischer Nomenclatur zur Auvergne, zum Vivarais und zum Velay gehören, sind in den Angaben des Textes immer die Abstände des nördlichsten Theiles jeglicher Gruppe vom mittelländischen Meere (zwischen dem Golfe d'Aigues mortes und Cette) genommen. In der ersten Gruppe, der des Puy de Dôme, wird als der nördlichste Punkt angegeben (Rozet in den Mém. de la Soc. géol. de France T. I. 1844 p. 119) ein im Granit bei Manzat ausgebrochener Krater, le Gour de Tazena. Noch südlicher als die Gruppe des Cantal und also dem Litteral am nächsten, in einer Meer-Entfernung von kaum 18 geogr. Meilen, liegt der kleine vulkanische Bezirk von la Guiolle bei den Monts d'Aubrac, nordwestlich von Chirac. Vergl. die Carte géologique de France 1841.

†) Humboldt, Asie centrale T. II. p. 7—61, 216 und 335—364; Kosmos 4. Buch S. 745. Den Alpensee Issikul am nördlichen Abhange des Thianschan, zu dem erst vor kurzem russische Reisende gelangt sind, habe ich schon auf der berühmten catalanischen Karte von 1374 aufgefunden, welche unter den Manuscripten der Pariser Bibliothek als ein Kleinod bewahrt wird. Strahlenberg in seinem Werke, betitelt der nördliche und östliche Theil von Europa und Asien (Stockholm 1730 S. 327), hat das Verdienst den Thianschan als eine eigene unabhängige Kette zuerst abgebildet zu haben, ohne die vulkanische Thätigkeit in derselben zu kennen. Er giebt ihm den sehr unbestimmten Namen Mousart: der, weil der Bolor mit dem allgemeinen, nichts individualisirenden, nur Schnee andeutenden Namen Mustag belegt wurde, noch ein Jahrhundert lang zu einer irrigen Darstellung und albernen, sprachwidrigen Nomenclatur der Gebirgsreihen nördlich vom Himalaya Anlaß gegeben hat, Meridian- und Parallel-Ketten mit einander verwechselnd. Mousart ist eine Verstümmelung des tatarischen Wortes Muztag: gleichbedeutend mit unserer Bezeichnung Schneekette, Sierra Nevada der Spanier; Himalaya in den Gesetzen des Manu: Wohnsitz (âlaya) des Schnees (hima); der Siue-schan der Chinesen. Schon 1100 Jahre vor Strahlenberg, unter der Dynastie der Sui, zu des Frankenkönigs Dagobert's Zeiten, besaßen die Chinesen, auf Befehl der Regierung construirt, Karten der Länder vom Gelben Flusse bis zum caspischen Meere, auf welchen der Kuen-lün und der Thian-schan abgebildet waren. Diese beiden Ketten, besonders die erstere, sind es ohnstreitig gewesen, die, wie ich an einem anderen Orte glaube erwiesen zu haben (Asie centr. T. I. p. 118—129, 194—203 und T. II. p. 413—425), als der Heerzug des Macedoniers die Hellenen in nähere Bekanntschaft mit dem Inneren von Asien setzte, die Kenntniß von einem Berggürtel unter ihren Geographen verbreiteten, welche, den ganzen Continent in zwei Hälften theilend, sich von Kleinasien bis an das östliche Meer, von Indien und Scythien bis Thinä, erstreckte (Strabo lib. I. p. 68, lib. XI p. 490). Dicäarchus und nach ihm Eratosthenes belegten diese Kette mit dem Namen des verlängerten Taurus. Die Himalaya-Kette wird mit unter diese Benennung begriffen. „Was Indien gegen Norden begrenzt," sagt ausdrücklich Strabo (lib. XV. p. 689), „von Ariane bis zum östlichen Meere, sind die äußersten Theile des Taurus, welche die Eingeborenen einzeln Paropamisos, Emodon, Imaon und noch anders benamen; der Macedonier aber Caucasus." Früher, in der Beschreibung von Bactriana und Sogdiana (lib. XI. p. 519), heißt es: „des Taurus letzter Theil, welcher Imaon genannt wird, berührt das indische (östliche?) Meer." Auf eine einig geglaubte, west-östliche, d. h. Parallelkette, bezogen sich die Namen diesseits und jenseits des Taurus. Diese kannte Strabo, indem er sagt: „die Hellenen nennen die gegen Norden neigende Hälfte des Welttheils Asia diesseits des Taurus, die gegen Süden jenseits" (lib. II. p. 129). Zu den späteren Zeiten des Ptolomäus aber, wo der Handel überhaupt und insbesondere der Seidenhandel Lebhaftigkeit gewann, wurde die Benennung Imaus auf eine Meridiankette, auf den Bolor, übertragen: wie viele Stellen des 6ten Buches bezeugen (Asie centrale T. I. p. 146—162). Die Linie, in welcher dem Aequator parallel das Taurus-Gebirge nach hellenischen Ansichten den ganzen Welttheil durchschneidet, wurde zuerst von Dicäarchus, dem Schüler des Stagiriten, ein Diaphragma (eine Scheidewand) genannt, weil durch senkrechte Linien, auf dasselbe gerichtet, die geographische Breite anderer Punkte gemessen werden konnte. Das Diaphragma war der Parallel von Rhodos, verlängert gegen Westen bis zu den Säulen des Hercules, gegen Osten bis zum Litteral von Thinä (Agathemeros in Hudson's Geogr. gr. min. Vol. II. p 4). Der Theiler des Dicäarchus, gleich interessant in geognostischer als in orographischer Hinsicht, ging in das Werk des Eratosthenes über: wo er desselben im 3ten Buche seiner Erdbeschreibung, zur Erläuterung seiner Tafel der bewohnten Welt, erwähnt. Strabo legt solche Wichtigkeit auf diese Richtungs- und Scheidelinie des Eratosthenes, daß er (lib. I. p. 65) „auf ihrer östlichen Verlängerung, welche bei Thinä durch das atlantische Meer gezogen wird, die Lage einer anderen bewohnten Welt, wohl auch mehrerer Welten," für möglich hält: doch ohne eigentlich selbe zu prophe-

ähnlich, welche in Schaaren das caspische Meer und den Baikal bewohnen, finden sich (und diese geologische Thatsache ist bisher nicht genug beachtet worden) über 100 geogr. Meilen östlich vom Baikal in dem kleinen Süßwasser-See Oron von wenigen Meilen Umfangs. Der See hängt zusammen mit dem Witim, einem Zufluß der Lena, in der keine Seehunde leben.*) Die jetzige Isolirtheit dieser Thiere, ihre Entfernung von dem Ausfluß der Wolga (volle 900 geogr. Meilen) ist eine merkwürdige, auf einen alten und großen Wasser-Zusammenhang hindeutende, geologische Erscheinung. Sollten die vielfältigen Senkungen, denen in großer Erstreckung dieser mittlere Theil von Asien ausgesetzt gewesen ist, auf die Convexität der Continal-Anschwellung ausnahmsweise ähnliche Verhältnisse, als an den Littoralen, an den Rändern der Erhebungs-Spalte hervorgerufen haben?

Weithin in Osten, in der nordwestlichen Mantschurei, in der Umgegend von Mergen (wahrscheinlich in lat. 48°½ und long. 120° östlich von Paris), hat man aus sicheren, an den Kaiser Kanghi abgestatteten Berichten Kenntniß von einem ausgebrannten Vulkane erhalten. Der, Schlacken und Lava umgebende Ausbruch des Berges Bo-schan oder Ujun-Holdongi (die neun Hügel), etwa 3 bis 4 Meilen in südwestlicher Richtung von Mergen, fand statt im Januar 1721. Die aufgeworfenen Schlackenhügel hatten nach Aussage der vom Kaiser Kanghi zur Erforschung ausgesandten Personen sechs geogr. Meilen im Umfange; es wurde auch gemeldet, daß ein Lavastrom, die Wasser des Flusses Udelin stauend, einen See gebildet habe. Im 7ten Jahrhundert unserer Zeitrechnung soll, nach weniger umständlichen chinesischen Berichten, der Bo-schan einen früheren feurigen Ausbruch gehabt haben. Die Entfernung vom Meer ist ohngefähr 105 geographische Meilen: also mehr denn dreimal größer als die Meeresnähe des Vulkans von Jorullo; ähnlich der des Himalaya.†) Wir verdanken diese merkwürdigen geognostischen Nachrichten aus der Mantschurei dem Fleiße des Herrn W. P. Waßiljew (geograph. Bote 1855 Heft 5 S. 31) und einem Aufsatze des Herrn Semenow (des gelehrten Uebersetzers von Carl Ritter's großer Erdkunde) im 17ten Bande der Schriften der kaiserlich russischen geographischen Gesellschaft.

Bei den Untersuchungen über die geographische Vertheilung der Vulkane und ihre grö-

---

*) Pallas, Zoographia Rosso-Asiatica 1811 p. 115.

†) Statt der meernäheren Himalaya-Kette (einige Theile derselben zwischen den Colossen Kundschindjinga und Schamalari nähern sich dem Littoral des bengalischen Meerbusens bis auf 107 und 94 geogr. Meilen) ist die vulkanische Thätigkeit erst in der dritten, inneren Parallelkette, dem Thian-schan, von dem eben genannten Littoral in fast viermal größerer Entfernung ausgebrochen unter sehr speciellen Verhältnissen, Schichten verwerfenden und Klüfte erregenden nahen Bodensenkungen. Aus dem, von mir angeregten und freundschaftlich von Herrn Stanislas Julien fortgesetzten Studium geographischer Werke der Chinesen wissen wir, daß auch der Kuen-lün, das nördliche Grenzgebirge von Tibet, der Tsischi-schan der Mongolen, in dem Hügel Schin-khieu eine ununterbrochen Flammen ausstoßende Höhle besitzt (Asie centr. T. II. p. 427—467 und 483). Das Phänomen scheint ganz analog zu sein der mehrere tausend Jahre schon brennenden Chimära in Lycien (Kosmos 4. Buch S. 770); es ist kein Vulkan, sondern ein weithin Wohlgeruch verbreitender (naphtha-haltiger?) Feuerbrunnen. Der Kuen-lün, welchen, ganz wie ich in der Asie centrale (T. I. p. 127 und T. II. p. 431) Dr. Thomas Thomson, der gelehrte Botaniker des westlichen Tibets (Flora Indica 1855 p. 253), für eine Fortsetzung des Hindu-Kho erklärt, an welchen von Südost her sich die Himalaya-Kette anschart; nähert sich dieser Kette an ihrer westlichen Extremität dermaßen, daß mein vortrefflicher Freund, Adolph Schlagintweit, „den Kuen-lün und Himalaya dort an der Westseite des Indus nicht als getrennte Ketten, sondern als Eine Bergmasse bezeichnen will" (Report No. IX. of the Magnetic Survey in India by Ad. Schlagintweit 1856 p. 61). Aber in der ganzen Erstreckung von Osten bis 90° östl. Länge, gegen den Sternen-See hin, bildet der Kuen-lün, wie schon im 7ten Jahrhundert unserer Zeitrechnung, unter der Dynastie der Sui entworfene, umständliche Beschreibungen lehren (Klaproth, Tableaux historiques de l'Asie p. 204), eine vom Himalaya um 7½ Breitengrade Unterschieds unabhängig fortlaufende, west-östliche Parallelkette. Den Brüdern Hermann und Robert Schlagintweit ist zuerst die Kühnheit geglückt von Ladak aus die Kuen-lün-Kette zu überschreiten und in das Gebiet von Khotan zu gelangen: in den Monaten Juli und September 1856. Nach ihren immer so sorgfältigen Beobachtungen ist an der nördlichen Grenze von Tibet die höchste wasserscheidende Bergkette die, auf welcher der Karakorum-Paß (17170 Par. Fuß), von SO nach NW streichend, also dem südlich gegenüberstehenden Theile des Himalaya (im Westen vom Dhawaligiri) parallel sich befindet. Die Flüsse von Yarkand und Karakasch, welche das große Wassersystem des Tarim und Sees Lop theilweise bilden, haben ihren Ursprung an dem nordöstlichen Abhange der Karakorum-Kette. Von diesem Quellgebiete gelangten sie über Kissilkorum und die heißen Quellen (49° C.) an dem kleinen Alpensee Kiuk-kiul an die, ost-westlich streichende Kette des Kuen-lün. (Report No. VIII, Agra 1857, p. 6.)

ßere Häufigkeit auf Inseln und Littoralen, d. i. Erhebungs-Rändern der Continente, ist auch die zu vermuthende große Ungleichheit der schon erlangten Dicke der Erdkruste vielfach in Betrachtung gezogen worden. Man ist geneigt anzunehmen, daß die Oberfläche der inneren geschmolzenen Masse des Erdkörpers den Punkten näher liege, wo die Vulkane ausgebrochen sind. Da aber viele mittlere Grade der Zähigkeit in der erstarrenden Masse gedacht werden können, so ist der Begriff einer solchen Oberfläche des Geschmolzenen schwer mit Klarheit zu fassen, wenn als Hauptursach aller Verwerfungen, Spaltungen, Erhebungen und muldenförmigen Senkungen eine räumliche Capacitäts-Veränderung der äußeren festen, schon erstarrten Schale gedacht werden soll. Wenn es erlaubt wäre, nach den in den artesischen Brunnen gesammelten Erfahrungen wie nach den Schmelzgraden des Granits in arithmetischer Reihe, also bei Annahme gleicher geothermischer Tiefen-Stufen, die sogenannte Dicke der Erdkruste zu bestimmen;*) so fände man sie zu $5^{2}/_{10}$ geogr. Meilen (jeder zu 3807 Toisen) oder $^{1}/_{33}$ des Polar-Durchmessers:†) aber Einwirkungen des Drucks und der Wärmeleitung verschiedener Gebirgsarten lassen voraussetzen, daß die geothermischen Tiefen-Stufen mit zunehmender Tiefe selbst einen größeren Werth haben.

Trotz der sehr geringen Zahl von Punkten, an denen gegenwärtig das geschmolzene Innere unsres Planeten mit dem Luftkreise in thätiger Verbindung steht, ist doch die Frage nicht ohne Wichtigkeit, in welcher Art und in welchem Maaße die vulkanischen Gas-Exhalationen auf die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre und durch sie auf das, sich auf der Oberfläche entwickelnde, organische Leben einwirken. Zuerst muß man in Betrachtung ziehn, daß es weniger die Gipfel-Krater selbst als die kleinen Auswurfs-Kegel und die, große Räume ausfüllenden, so viele Vulkane umgebenden Fumarolen sind, welche Gas-Arten aushauchen; ja daß ganze Landstrecken auf Island, im Caucasus, in dem Hochlande von Armenien, auf Java, den Galapagos, Sandwich-Inseln und Neu-Seeland durch Solfataren, Naphtha-Quellen und Salsen sich ununterbrochen wirksam zeigen. Vulkanische Gegenden, welche man gegenwärtig unter die ausgebrannten zählt, sind ebenfalls als Gasquellen zu betrachten; und das stille Treiben der unterirdischen zersetzenden und bildenden Kräfte in ihnen ist der Quantität nach wahrscheinlich productiver als die großen, selteneren und geräuschvollen Ausbrüche der Vulkane, wenn gleich deren Lavafelder noch Jahre lang fortfahren, sichtbar und unsichtbar zu dampfen. Glaubt man die Wirkungen dieser kleinen chemischen Processe darum vernachlässigen zu dürfen, weil das ungeheure Volum des durch Strömungen ewig bewegten Luftkreises um so geringe Bruchtheile durch einzeln unwichtig scheinende‡) Zugaben in seiner primitiven Mischung wenig verändert werden könne; so erinnere man sich an den mächtigen Einfluß, welchen nach den schönen Untersuchungen von Percival, Saussure, Boussingault und Liebig drei oder vier Zehntausend-Theile von Kohlensäure unseres Luftkreises auf die Existenz des vegetabilischen Organismus haben. Nach Bunsen's schöner Arbeit über die vulkanischen Gas-Arten geben unter den Fumarolen in verschiedenen Stadien der Thätigkeit und der Localverhältnisse einige (z. B. am großen Hekla) 0,81 bis 0,83 Stickstoff und in den Lavaströmen des Ver-

---

*) Kosmos 1. Buch S. 19, 88; 4. Buch S. 654 bis 661 und 817.

†) Arago (Astronomie populaire T. III. p. 248) nimmt fast dieselbe Dicke der Erdkruste: 40000 Meter, ohngefähr $5\frac{1}{3}$ Meile, an; Elie de Beaumont (Systèmes de Montagnes T. III. p. 1237) vermehrt die Dicke um $\frac{1}{4}$. Die älteste Angabe ist die von Cordier, im mittleren Werth 14 geogr. Meilen: eine Zahl, welche aber in der mathematischen Theorie der Stabilität von Hopkins noch 14mal zu vergrößern wäre, und zwischen 172 und 215 geogr. Meilen fallen würde. Ich stimme aus geologischen Gründen ganz den Zweifeln bei, welche Naumann in seinem vortrefflichen Lehrbuche der Geognosie Bd. I. S. 62—64, 73—76 und 289 gegen diese ungeheure Entfernung des flüssigen Inneren von den Krateren der thätigen Vulkane erhoben hat.

‡) Von der Art, wie in der Natur durch sehr kleine, allmälige Anhäufung erkennbare Mischungs-Veränderungen entstehen, giebt die von Malaguti entdeckte, durch Field bestätigte Gegenwart von Silber im Meerwasser ein merkwürdiges Beispiel. Trotz der ungeheuren Größe des Oceans und der so geringen Oberfläche, welche die den Ocean befahrenden Schiffe darbieten, ist doch in neuester Zeit die Silberspur im Seewasser an dem Kupferbeschlag der Schiffe bemerkbar geworden.

gas 0,78, bei nur Spuren (0,01 bis 0,02) von Kohlensäure; andere auf Island bei Krisuvik geben dagegen 0,86 bis 0,87 Kohlensäure mit kaum 0,01 Stickstoffs.*) Eben so bietet die wichtige Arbeit über die Gas-Emanationen im südlichen Italien und auf Sicilien von Charles Sainte-Claire Deville und Bornemann große Anhäufungen von Stickgas (0,98) in den Exhalationen einer Spalte tief im Krater von Vulcano, aber schwefelsaure Dämpfe mit einem Gemisch von 74,7 Stickgas und 18,5 Sauerstoffs dar: also der Beschaffenheit der atmosphärischen Luft ziemlich nahe. Das Gas, welches bei Catania in dem Brunnen Acqua Santa†) aufsteigt, ist dagegen reines Stickgas, wie es zur Zeit meiner amerikanischen Reise das Gas der Volcancitos de Turbaco war.‡)

Sollte die große Quantität Stickstoffs, welche durch die vulkanische Thätigkeit verbreitet wird, allein die sein, die den Vulkanen durch Meteorwasser zugeführt wird? oder giebt es innere, in der Tiefe liegende Quellen des Stickstoffs? Es ist auch zu erinnern, daß die in dem Regenwasser enthaltene Luft nicht, wie unsere, 0,79: sondern, nach meinen eigenen Versuchen, nur 0,69 Stickstoffs enthält. Der letztere ist für die Ammoniakal-Bildung, durch die in der Tropengegend fast täglichen electrischen Explosionen, eine Quelle erhöhter Fruchtbarkeit.||) Der Einfluß des Stickstoffes auf die Vegetation ist gleich dem des Substrats der atmosphärischen Kohlensäure.

Boussingault hat in den Analysen der Gas-Arten der Vulkane, welche dem Aequator nahe liegen (Tolima, Puracé, Pasto, Tuqueres und Cumbal), mit vielem Wasserdampf, Kohlensäure und geschwefeltes Wasserstoff-Gas; aber keine Salzsäure, keinen Stickstoff und kein freies Hydrogen gefunden.§) Der Einfluß, den das Innere unsres Planeten noch gegenwärtig auf die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre ausübt, indem er dieser Stoffe entzieht, um sie unter anderen Formen wiederzugeben; ist gewiß nur ein unbedeutender Theil von den chemischen Revolutionen, welche der Luftkreis in der Urzeit bei dem Hervorbrechen großer Gebirgsmassen auf offenen Spalten muß erlitten haben. Die Vermuthung über den wahrscheinlich sehr großen Antheil von Kohlensäure in der alten Luft-Umhüllung wird verstärkt durch die Vergleichung der Dicke der Kohlenlager mit der so dünnen Schicht von Kohle (sieben Linien Dicke), welche nach Chevandier's Berechnung in der gemäßigten Zone unsere dichtesten Waldungen dem Boden in 100 Jahren geben würden.¶)

In der Kindheit der Geognosie, vor Dolomieu's scharfsinnigen Vermuthungen, wurde die Quelle vulkanischer Thätigkeit nicht unter den ältesten Gebirgs-Formationen, für die man damals allgemein den Granit und Gneiß hielt, gesetzt. Auf einige schwache Analogien der Entzündbarkeit fußend, glaubte man lange, daß die Quelle vulkanischer Ausbrüche

---

*) Bunsen über die chemischen Prozesse der vulkanischen Gesteinsbildungen in Poggend. Annalen Bd. 83 S. 242 und 246.

†) Comptes rendus de l'Academie des Sciences T. XLIII. 1856 p. 366 und 689. Die erste genaue Analyse von dem Gas, welches mit Geräusch aus der großen Solfatare von Pozzuoli ausbricht und von Herrn Charles Sainte-Claire Deville mit vieler Schwierigkeit gesammelt wurde, gab an schwefliger Säure (acide sulfureux) 24,5 an Sauerstoff 14,5 und an Stickstoff 61,4.

‡) Kosmos 4. Buch S. 746—749.

||) Boussingault, Economie rurale (1851) T. II. p. 721—726: "La permanence des orages dans le sein de l'atmosphère (sous les tropiques) est un fait capital, parce qu'il se rattache à une des questions les plus importantes de la Physique du Globe, celle de la fixation de l'azote de l'air dans les êtres organisés. Toutes les fois qu'une série d'étincelles électriques passe dans l'air humide, il y a production et combinaison d'acide nitrique et d'ammoniaque. Le nitrate d'ammoniaque accompagne constamment l'eau des pluies d'orage, et comme fixe par sa nature, il ne saurait se maintenir à l'état de vapeur; on signale dans l'air du carbonate ammoniacal, et l'ammoniaque du nitrate est amenée sur la terre par la pluie. Ainsi, en définitive, ce serait une action électrique, la foudre, qui disposerait le gaz azote de l'atmosphère à s'assimiler aux êtres organisés. Dans la zone équinoxiale pendant l'année entière, tous les jours, probablement même à tous les instans, il se fait dans l'air une continuité de décharges électriques. Un observateur placé à l'équateur, s'il était doué d'organes assez sensibles, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre." Salmiak wird aber auch so wie Kochsalz als Sublimations-Produkt der Vulkane von Zeit zu Zeit auf den Lavaströmen selbst gefunden: am Hekla, Vesuv und Aetna; in der Vulkan-Kette von Guatemala (Vulkan von Izalco), und vor allem in Asien in der vulkanischen Kette des Thian-schan. Die Bewohner der Gegend zwischen Kutsche, Turfan und Hami bezahlen in gewissen Jahren ihren Tribut an den Kaiser von China in Salmiak (chinesisch: nao-scha, persisch: nuschaden): welcher ein wichtiger Gegenstand des auswärtigen Handels ist (Asie centrale T. II. p. 33, 38, 45 und 428).

§) Viajes de Boussingault (1849) p. 78.

¶) Kosmos 1. Buch S. 147.

Trachyt. Die Säulen südöstlich von Penipe sind meist fünfseitig, von nur 14 Zoll Durchmessers, oft gekrümmt und divergirend. Am Fuß dieser schwarzen, pechsteinartigen Trachyte von Penipe (unfern der Mündung des Rio Blanco) sieht man in diesem Theil der Cordillere eine sehr unerwartete Erscheinung: grünlich weißen Glimmerschiefer mit eingesprengten Granaten; und weiter hin, jenseits des seichten Flüßchens Bascaguan, bei der Hacienda von Guansce, nahe dem Ufer des Rio Puela, den Glimmerschiefer wahrscheinlich unterteufend: Granit von mittlerem Korn, mit lichtem, röthlichem Feldspath, wenig schwärzlich grünem Glimmer und vielem gräulich weißen Quarz. Hornblende fehlt. Es ist kein Syenit. Die Trachyte des Vulkans von Tungurahua, ihrer mineralogischen Beschaffenheit nach denen des Chimborazo gleich, d. i. aus einem Gemenge von Oligoklas und Augit bestehend, haben also hier Granit und Glimmerschiefer durchbrochen. Weiter gegen Süden, etwas östlich von dem Wege von Riobamba nuevo nach Guamote und Tiesan, kommen in der vom Meeresufer abgewandten Cordillere die ehemals so genannten uranfänglichen Gebirgsarten: Glimmerschiefer und Gneiß, gegen den Fuß der Colosse des Altar de los Collanes, des Cuvillan und des Paramo del Hatillo überall zu Tage. Vor der Ankunft der Spanier, ja selbst ehe die Herrschaft der Incas sich so weit nach Norden erstreckte, sollen die Eingeborenen hier metallführende Lagerstätten in der Nähe der Vulkane bearbeitet haben. Etwas südlich von San Luis beobachtet man häufig Quarzgänge, die einen grünlichen Thonschiefer durchsetzen. Bei Guamote, an dem Eingange der Grasebene von Tiocaxa, fanden wir große Massen von Gestellstein, sehr glimmerarme Quarzite von ausgezeichneter linearer Parallel-Structur, regelmäßig mit 70° gegen Norden einschießend. Weiter südlich bei Ticsan unweit Alausi bietet der Cerro Cuello de Ticsan große Schwefelmassen bebaut in einem Quarzlager, dem nahen Glimmerschiefer untergeordnet, dar. Eine solche Verbreitung des Quarzes in der Nähe von Trachyt-Vulkanen hat auf den ersten Anblick etwas befremdendes. Aber meine Beobachtungen von der Auflagerung oder vielmehr dem Ausbrechen des Trachyts aus Glimmerschiefer und Granit am Fuß des Tungurahua (ein Phänomen, welches in den Cordilleren so selten als in der Auvergne häufig ist) haben 47 Jahre später die vortreffliche Arbeiten des französischen Geognosten, Herrn Sebastian Wisse, am Sangay bestätigt.

Dieser colossale Vulkan, 1260 Fuß höher als der Montblanc, ohne alle Lavaströme, die auch Charles Deville dem eben so thätigen Stromboli abspricht, aber wenigstens seit dem Jahre 1728 in ununterbrochener Thätigkeit schwarzer, oft glühend leuchtender Stein-Auswürfe: bildet eine Trachyt-Insel von kaum 2 geogr. Meilen Durchmesser *) mitten in Granit- und Gneiß-Schichten. Ganz entgegengesetzte Lagerungsverhältnisse zeigt die vulkanische Eifel, wie ich schon oben bemerkt habe: sowohl bei der Thätigkeit, welche sich einst in den, in devonische Schiefer eingesenkten Maaren (oder Minen-Trichtern): als der, welche sich in den lavastrom-gebenden Gerüsten offenbart: wie am langen Rücken des Mosenberges und Gerolsteins. Die Oberfläche bezeugt hier nicht, was im

*) Sébastien Wisse, exploration du Volcan de Sangay in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXVI (1853) p. 721; vergl. auch Kosmos 4. Buch S. 768 und 774. Nach Boussingault haben die von Wisse mitgebrachten ausgeworfenen Trachytstücke, am oberen Abfall des Kegels gesammelt (der Reisende gelangte bis in eine Höhe von 900 Fuß unter dem Gipfel, welcher selbst 456 Fuß Durchmesser hat), eine schwarze, pechsteinartige Grundmasse mit eingewachsenen Krystallen von glasigem (?) Feldspath. Eine sehr merkwürdige, in Vulkan-Auswürfen bisher wohl einzige Erscheinung ist, daß mit diesen großen, schwarzen Trachytstücken zugleich kleine Stücke scharfkantigen reinen Quarzes ausgestoßen werden. Diese Fragmente haben (nach einem Briefe meines Freundes Boussingault vom Januar 1851) nicht mehr als 4 Cubik-Centimeter Volum. In der Trachytmasse selbst ist kein eingesprengter Quarz zu finden. Alle vulkanischen Trachyte, welche ich in den Cordilleren von Südamerika und Mexico untersucht habe: ja selbst die trachytartigen Porphyre, in denen die reichen Silbergänge von Real del Monte, Moran und Regla, nördlich vom Hochthal von Mexico, aufsetzen, sind völlig quarzfrei. Trotz dieses scheinbaren Antagonismus von Quarz und Trachyt in entzündeten Vulkanen, bin ich keinesweges geneigt den vulkanischen Ursprung der trachytes et porphyres meulières (Mühlsteins-Trachyte), auf welche Beudant zuerst recht aufmerksam gemacht hat, zu läugnen. Die Art aber, wie diese auf Spalten ausgebrochen sind, ist, ihrer Entstehung nach, gewiß ganz verschieden von der Bildung der kegel- und domartigen Trachyt-Gerüste.

Wenn, wie ich hoffe, das, was ich hier über die Classification der vulkanischen Gebirgsarten oder, um bestimmter zu reden, über die Eintheilung der Trachyte **nach ihrer Zusammmensetzung** vortrage, ein besonderes Interesse erregt; so gehört das Verdienst dieser Gruppirung ganz meinem vieljährigen Freunde und sibirischen Reisegefährten, Gustav Rose. Eigene Beobachtung in der freien Natur und die glückliche Verbindung chemischer, krystallographisch-mineralogischer und geognostischer Kenntnisse haben ihn besonders geschickt gemacht, neue Ansichten zu verbreiten über den Kreis der Mineralien, deren verschiedenartige, aber oft wiederkehrende Association das Product vulkanischer Thätigkeit ist. Er hat, zum Theil auf meine Veranlassung, mit aufopfernder Güte, besonders seit dem Jahre 1834 die Stücke, welche ich von dem Abhange der Vulkane von Neu-Granada, los Pastos, Quito und dem Hochlande von Mexico mitgebracht, wiederholentlich untersucht und mit dem, was aus anderen Weltgegenden die reiche Mineraliensammlung des Berliner Cabinets enthält, verglichen. Leopold von Buch hatte, als meine Sammlungen noch nicht von denen meines Begleiters Aimé Bonpland getrennt waren (in Paris 1810—1811, zwischen seiner Rückkunft aus Norwegen und seiner Reise nach Teneriffa), sie mit anhaltendem Fleiße microscopisch untersucht; auch schon früher während des Aufenthaltes mit Gay-Lussac in Rom (Sommer 1805) wie später in Frankreich von dem Kenntniß genommen, was ich in meinen Reisejournalen an Ort und Stelle über einzelne Vulkane und im allgemeinen sur l'affinité entre les Volcans et certains porphyres dépourvus de quarx im Monat Juli 1802 niedergeschrieben hatte.*) Ich bewahre als ein mir überwerthes An-

mehr als 130 Toisen über dem Meeresspiegel erreicht. Die Gipfel der centralen Kuppen liegen 103 Toisen tiefer als das Maximum des südwestlichen Kraterwalles. Die Kuppen bilden zwei unter sich parallele, mit dichtem Gesträuch bekleidete Rücken (Julius **Schmidt**, Eruption des Vesuvs S. 147 und der Mond S. 70 und 103). Zu den merkwürdigsten Gegenständen der ganzen Mondfläche gehört aber das Ringgebirge Petavius, in welchem der ganze innere Kraterboden convex, blasen- oder kuppelförmig expandirt, und doch mit einem Centralberge gekrönt ist. Die Convexität ist hier eine dauernde Form. In unseren Erd-Vulkanen wird nur bisweilen (temporär) die Bodenfläche des Kraters durch die Kraft unterer Dämpfe fast bis zur Höhe des Kraterrandes gehoben; aber so wie die Dämpfe durchbrechen, sinkt die Bodenfläche wieder herab. Die größten Durchmesser der Krater auf der Erde sind die Caldeira de Fogo, nach Charles Deville zu 4100 Toisen (1,08 geographische Meile); die Caldeira von Palma, nach Leop. von Buch zu 3100 T.: während auf dem Monde Theophilus 50000 T. und Tycho 45000 T., letztere beiden also 13 und 11,3 geogr. Meilen, im Durchmesser haben. Parasitische Neben-Krater, auf einem Randwalle des großen Kraters ausgebrochen, sind auf dem Monde sehr häufig. Der Kraterboden dieser Parasyten ist gewöhnlich leer, wie auf dem zerrissenen großen Rande des Maurolycus; seltener ist ein kleiner Centralberg, vielleicht ein Auswurfs-Kegel, darin zu sehen: wie in Longomontanus. Auf einer schönen Skizze des Aetna-Krater-Systems, welches mir mein Freund, der Astronom Christian Peters (jetzt in Albany in Nordamerika) aus Flensburg im August 1854 schickte, erkennt man deutlich den parasitischen Rand-Krater (Pozzo di Fuoco genannt), der sich im Januar 1833 an der Ost-Süd-Ost-Seite bildete und bis 1843 mehrere starke Lava-Ausbrüche hatte.

*) Der wenig charakterisirende, unbestimmte Name **Trachyt** (Rauhstein), welcher jetzt so allgemein dem Gestein, in dem die Vulkane ausbrechen, gegeben wird, ist erst im Jahre 1822 von Hauy in der 2ten Auflage seines Traité de Minéralogie Vol. IV. p. 579 einem Gestein der Auvergne gegeben worden: bloß mit Erwähnung der Ableitung des Namens, und einer kurzen Beschreibung, in welcher der älteren Benennungen: Granite chauffé en place von Desmarets, Trapp-Porphyre und Domite, gar nicht Erwähnung geschah. Nur durch mündliche Mittheilung, welche die Vorlesungen Hauy's im Jardin des Plantes veranlaßten, ist der Name Trachyt schon vor 1822, z. B. in Leop. von Buch im Jahre 1818 erschienener Abhandlung über basaltische Inseln und Erhebungskrater, durch Daubuisson's Traité de Minéralogie von 1819, durch Beudant's wichtiges Werk, Voyage en Hongrie, verbreitet worden. Aus freundschaftlichen Briefen, welche ich ganz neuerlich Herrn Elie de Beaumont verdanke, geht hervor, daß die Erinnerungen von Herrn Delafosse, Hauy's früherem Aide Naturaliste, jetzigem Mitgliede des Instituts, die Benennung von Trachyt zwischen die Jahre 1813 und 1816 setzen. Die Publication des Namens **Domit** durch Leopold von Buch scheint nach Ewald in das Jahr 1809 zu fallen. Es wird des Domits zuerst in dem 3ten Briefe an Karsten (geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien Bd. II. 1809 S. 244) erwähnt. „Der Porphyr des Puy de Dôme", heißt es dort, „ist eine eigene, bis jetzt namenlose Gebirgsart, die aus **Feldspath-Krystallen** mit Glasglanz, **Hornblende** und schwarzen **Glimmerblättchen** besteht. In den Klüften dieser Gebirgsart, die ich vorläufig **Domit** nenne, finden sich schöne Drusen, deren Wände mit Krystallen von Eisenglimmer bedeckt sind. In der ganzen Länge des Puy's wechseln Kegel aus **Domit** mit Schlackenkegeln ab." Der 2te Band der Reisen, welcher die Briefe aus der Auvergne enthält, ist 1806 gedruckt, aber erst 1809 ausgegeben worden, so daß die Publication des Namens Domit eigentlich in dieses Jahr gehört. Sonderbar ist es, daß 4 Jahre später in Leopolds von Buch Abhandlung über den Trapp-Porphyr des Domits nicht mehr Erwähnung geschieht. — Wenn ich im Texte der Zeichnung eines Profils der Cordilleren gedenke, welche in meinem Reise-Journal vom Monat Juli 1802 enthalten ist und vom 4ten Grad nördlicher bis 4° südlicher Breite unter der Aufschrift affinité entre le feu volcanique et les porphyres sich findet; so ist es nur, um zu erinnern, daß dieses Profil, welches die drei Durchbrüche der Vulkan-Gruppen von Popayan, los Pastos und Quito, wie auch den Ausbruch der Trapp-Porphyre in dem Granit und Glimmerschiefer des Paramo de Assuay (auf der großen Straße von Cadlud, in 14568 Fuß Höhe) darstellt, Leopold von Buch angeregt hat mir nur zu bestimmt

Anahuac, aber nicht in den Cordilleren von **Südamerika** gesehen, finden sich auch weit westlich von den Rocky Mountains und von Zuni: beim Mohave river, einem Zufluß des rio Colorado. (S. **Marcou**, Résumé of a geological reconnaissance from the Arkansas to California, July 1854, p. 46—48; wie auch in zwei wichtigen französischen Abhandlungen: Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis 1855 p. 113—116 und Esquisse d'une Classification des Chaînes de montagnes de l'Amérique du Nord 1855: Sierra de S. Francisco et Mount-Taylor p. 23.) Unter den Trachyten von Java, welche ich der Freundschaft des Dr. Junghuhn verdanke, haben wir ebenfalls die der dritten Abtheilung erkannt, in drei vulkanischen Gegenden: denen von Burung-agung, Tjinas und Gunung Parang (District Batugangi).

Vierte Abtheilung: „Die Grundmasse enthält **Augit** mit **Oligoklas**: der Pic von Teneriffa *); die mexicanischen Vulkane Popocatepetl †) und Colima; die süd-

---

*) Der Feldspath in den Trachyten von Teneriffa ist zuerst 1842 von Charles **Deville**, der im Herbst jenes Jahres die canarischen Inseln besuchte, erkannt worden; s. dieses ausgezeichneten Geognosten Voyage géologique aux Antilles et aux Iles de Ténériffe et de Fogo 1848 p. 14, 74 und 169, und Analyse du feldspath de Ténériffe in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XIX. 4844 p. 46. "Les travaux de Mrs. Gustave Rose et H. Abich," sagt er, "n'ont pas peu contribué, sous le double point de vue crystallographique et chimique, à répandre du jour sur les nombreuses variétés de minéraux qui étaient comprises sous la vague dénomination de feldspath. J'ai pu soumettre à l'analyse des cristaux *isolés avec soin* et dont la densité en divers échantillons était très uniformément 2,593, 2,594 et 2,586. C'est la première fois que le feldspath oligoclase a été indiqué dans les terrains volcaniques, à l'exception peut-être de quelques-unes des grandes masses de la Cordillère des Andes. Il n'avait été signalé, au moins d'une manière certaine, que dans les roches éruptives anciennes (plutoniques, granites, Syénites, Porphyres syénitiques ....); mais dans les trachytes du Pic de Ténériffe il joue un rôle analogue à celui du labrador dans les masses doléritiques de l'Etna." Vergl. auch **Rammelsberg** in der Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. V. 1853 S. 691, und das 4te Supplement seines Handwörterbuchs der chemischen Mineralogie S. 245.

†) Die erste Höhen-Bestimmung des großen Vulkans von Mexico, des Popocatepetl, ist, so viel ich weiß, die oben (**Kosmos** 4. Buch S. 657) erwähnte, von mir am 24. Januar 1804 im Llano de Tetimba ausgeführte trigonometrische Messung. Der Gipfel wurde 1536 Toisen hoch über dem Llano gefunden; und da dies barometrisch 1234 Toisen über der Küste von Veracruz liegt, so ergiebt sie als absolute Höhe des Vulkans 2770 Toisen oder 16620 Par. Fuß. Die meiner trigonometrischen Bestimmung folgenden barometrischen Messungen ließen vermuthen, daß der Vulkan noch höher sei, als ich ihn im Essai sur la Géographie des Plantes 1807 p. 148 und im Essai politique sur la Nouv. Espagne T. I. 1825 p. 185 angegeben. Wm. **Glennie**, der zuerst am 20. April 1827 an den Rand des Kraters gelangte, fand nach seiner eigenen Berechnung (Gazeta del Sol, publ. en Mexico, No. 1432) 17884 engl. Fuß = 2796 Toisen; nach einer Correction des um die amerikanische Hypsometrie so hochverdienten Oberbergraths **Burkart**, mit fast gleichzeitiger Barometer-Höhe in Veracruz verglichen, gar 16900 Par. Fuß. Eine barometrische Messung von Samuel **Birbeck** (10. November 1827), nach den Tafeln von Oltmanns berechnet, gab jedoch wiederum nur 16753 Par. Fuß; die Messung von Alexander **Doignon** (**Gumprecht**, Zeitschrift für Allg. Erdkunde Bd. IV. 1855 S. 390), fast zu **höflich** mit der trigonometrischen Messung von Tetimba übereinstimmend, 5403 Meter = 16632 Par. Fuß. Der kenntnißvolle jetzige preußische Gesandte in Washington, Herr von **Gerolt**, ist, begleitet vom Baron Gros (28. Mai 1833) ebenfalls auf dem Gipfel des Popocatepetl gewesen, und hat nach einer genauen barometrischen Messung die Roca del Fraile unterhalb des Kraters 15850 Par. Fuß über dem Meer gefunden. Mit den hier in chronologischer Ordnung angegebenen hypsometrischen Resultaten contrastirt sonderbar eine, wie es scheint, mit vieler Sorgfalt angestellte Barometer-Messung des Herrn **Craveri**, welche Petermann in seinen so gehaltvollen Mittheilungen über wichtige neue Erforschungen der Geographie 1856 (Heft X.) S. 358—361 bekannt gemacht hat. Der Reisende fand im September 1855 die Höhe des höchsten, d. i. nordwestlichen Kraterrandes, mit dem verglichen, was er für die mittlere Höhe des Luftdruckes in Veracruz hielt, nur zu 5230 Metern = 16099 Par. Fuß: also 521 Par. Fuß (1/32 der ganzen gemessenen Höhe) **weniger** als ich bei der trigonometrischen Messung ein halbes Jahrhundert früher. Auch die Höhe der Stadt Mexico über dem Meere hält Craveri für 184 Par. F. geringer, als Burkart und ich sie zu sehr verschiedenen Zeiten gefunden haben; er schätzt sie (statt 2277 Meter = 1168 Toisen) nur zu 2217 Meter. Ich habe mich über diese Schwankungen in plus und minus um das Resultat meiner trigonometrischen Messung, der leider noch immer keine zweite gefolgt ist, in der vorbenannten Zeitschrift des Dr. Petermann S. 479—481 umständlicher erklärt. Die 453 Höhen-Bestimmungen, welche ich vom Septbr. 1799 bis Februar 1804 in Venezuela, an den waldigen Ufern des Orinoco, Rio de la Magdalena und Amazonenflusses, in den Cordilleren von Neu-Granada, Quito und Peru, und in der Tropengegend von Mexico gemacht habe: und welche alle, von neuem vom Prof. Oltmanns gleichmäßig nach der Formel von Laplace mit dem Coefficienten von Ramond berechnet, in meinem Nivellement barométrique et géologique 1810 publicirt worden sind (Recueil d'Observ. Astronomiques Vol I. p. 295—334; wurden ohne Ausnahme mit Ramsden'schen Gefäß-Barometern à niveau constant: und keinesweges mit Apparaten, in welche man nach einander mehrere frisch gefüllte Torricelli'sche Röhren einsetzen kann, noch mit dem von mir selbst angegebenen, in Lamétherie's Journal de Physique T. IV. p. 468 beschriebenen und bloß in den Jahren 1796 und 1797 in Deutschland und Frankreich bisweilen gebrauchten Instrumente, gemacht. Ganz gleich construirter Ramsden'scher tragbarer Gefäß-Barometer habe ich mich auch 1805 auf einer Reise durch Italien und die Schweiz mit Gay-Lussac zu unsrer beiderseitigen Befriedigung bedient. Die vortrefflichen Arbeiten des Olmützer Astronomen Julius Schmidt an den Kraterrändern des Vesuvs (Beschreibung der Eruption im Mai 1855 S. 114—116) bieten durch Vergleichung neue Motive zu dieser Befriedigung dar. Da ich nie den Gipfel des Popocatepetl bestiegen habe, sondern ihn trigonometrisch maß, so ist kein Grund vorhanden zu dem wundersamen

sechsten Abtheilung sind sorgfältig von den Trachyten der ersten Abtheilung zu trennen, obgleich auch in dem westlichsten Theile der phlegräischen Felder und auf der Insel Procida Leucite vorkommen: wie schon früher erwähnt worden ist."

Der scharfsinnige Urheber der hier eingeschalteten Classification der Vulkane nach Association der einfachen Mineralien, welche sie uns zeigen, vermeint keinesweges die Gruppirung dessen erschöpft zu haben, was die in wissenschaftlich geologischem und chemischem Sinne im ganzen noch so überaus unvollkommen durchforschte Erdfläche darbieten kann. Veränderungen in der Benennung der associirten Mineralien, wie Vermehrung der Trachyt-Formationen selbst sind zu erwarten auf zwei Wegen: durch fortschreitende Ausbildung der Mineralogie selbst (in genauerer specifischer Unterscheidung gleichzeitig nach Form und chemischer Zusammensetzung), wie durch Vermehrung des meist noch so unvollständig und so unzweckmäßig Gesammelten. Hier wie überall, wo das Gesetzliche in kosmischen Betrachtungen nur durch vielumfassenden Vergleich des Einzelnen erkannt werden kann, muß man von dem Grundsatz ausgehen: daß alles, was wir nach dem jetzigen Zustande der Wissenschaften zu wissen glauben, ein ärmlicher Theil von dem ist, was das nächstfolgende Jahrhundert bringen wird. Die Mittel, diesen Gewinn früh zu erlangen, liegen vervielfältigt da; es fehlt aber noch sehr in der bisherigen Erforschung des trachytischen Theils der gehobenen, gesenkten oder durch Spaltung geöffneten, überseeischen Erdfläche an der Anwendung gründlich erschöpfender Methoden.

Aehnlich in Form, in Construction der Gerüste und geotektonischen Verhältnissen: haben oft sehr nahe stehende Vulkane nach der Zusammensetzung und Association ihrer Mineralien-Aggregate einen sehr verschiedenen individuellen Charakter. Auf der großen Queerspalte, welche von Meer zu Meer fast ganz von West nach Ost eine von Südost nach Nordwest gerichtete Gebirgskette, oder besser gesagt ununterbrochene Gebirgs-Anschwellung durchschneidet, folgen sich die Vulkane also: Colima (11262 Par. Fuß), Jorullo 4002 Fuß), Toluca (14232 Fuß), Popocatepetl (16632 Fuß) und Orizaba (16776 Fuß). Die einander am nächsten stehenden sind ungleich in der charakterisirenden Zusammensetzung; Gleichartigkeit der Trachyte zeigt sich alternirend. Colima und Popocatepetl bestehen aus Oligoklas mit Augit und haben also Chimborazo- oder Teneriffa-Trachyt; Toluca und Orizaba bestehen aus Oligoklas mit Hornblende und haben also Aegina- und Kozelnik-Gestein. Der neu entstandene Vulkan von Jorullo, fast nur ein großer Ausbruch-Hügel, besteht beinahe allein aus basalt- und pechsteinartigen, meist schlackigen Laven, und scheint dem Toluca-Trachyt näher als dem Trachyt des Colima.

In diesen Betrachtungen über die individuelle Verschiedenheit der mineralogischen Constitution nahe gelegener Vulkane liegt zugleich der Tadel des unheilbringenden Versuchs ausgesprochen einen Namen für eine Trachyt-Art einzuführen, welcher von einer über 1800 geographische Meilen langen, großentheils vulkanischen Gebirgskette hergenommen ist. Der Name Jura-Kalkstein, den ich zuerst eingeführt habe*), ist ohne Nachtheil, da er von einer einfachen, ungemengten Gebirgsart entlehnt ist: von einer Gebirgskette, deren Alter durch Auflagerung organischer Einschlüsse charakterisirt ist; es würde auch unschädlich sein, Trachyt-Formationen nach einzelnen Bergen zu benennen: sich der Ausdrücke

*) Ich hatte mich auf einer geognostischen Reise, die ich 1795 durch das südliche Franken, die westliche Schweiz und Ober-Italien machte, davon überzeugt, daß der Jura-Kalkstein, welchen Werner zu seinem Muschelkalk rechnete, eine eigne Formation bildete. In meiner Schrift über die unterirdischen Gasarten, welche mein Bruder Wilhelm von Humboldt 1799 während meines Aufenthalts in Südamerika herausgab, wird der Formation, die ich vorläufig mit dem Namen Jura-Kalkstein bezeichnete, zuerst (S. 39) gedacht. Diese Aufstellung der neuen Formation ging sogleich in des Oberbergraths Karsten damals vielgelesene mineralogische Tabellen (1800 S. 64 und Vorrede S. VII.) über. Ich nannte keine von den Versteinerungen, welche die Jura-Formation charakterisiren und um die Leopld von Buch (1839) sich unvergeßliche Verdienste erworben hat; irrte auch in dem Alter, das ich der Jura-Formation zuschrieb: da ich wegen der Nähe der Alpen, die man älter als Zechstein glaubte, sie für älter als Muschelkalk hielt. In den frühesten Tabellen Buckland's über die Superposition of Strata in the British Islands wird Jura Limestone of Humboldt zu Upper Oolite gerechnet. Vergl. mein Essai géogn. sur le Gisement des Roches 1823 p. 281.

bis sechs Jahre erhalten, bis man bei unpartheiisch erneuerten und gründlicheren Untersuchungen die trachytischen Albite als Oligoklase erkannte. *) Gustav Rose ist zu dem Resultate gelangt, überhaupt zu bezweifeln, daß Albit in den Gebirgsarten als ein wirklicher, wesentlicher Gemengtheil vorkomme; danach würde zufolge der älteren Ansicht vom Andesit dieser in der Andeskette selbst fehlen.

Die mineralogische Beschaffenheit der Trachyte wird auf unvollkommnere Weise erkannt, wenn die porphyrartig eingewachsenen Krystalle aus der Grundmasse nicht abgesondert, nicht einzeln untersucht und gemessen werden können: und man zu den numerischen Verhältnissen der Erdarten, Alkalien und Metall-Oxyde, welche das Resultat der Analyse ergiebt, wie zu dem specifischen Gewichte der zu analysirenden, scheinbar amorphen Masse seine Zuflucht nehmen muß. Auf eine überzeugendere und mehr sichere Weise ergiebt sich das Resultat, wenn die Grundmasse sowohl als die Haupt-Elemente des Gemenges einzeln, oryctognostisch und chemisch, untersucht werden können. Letzteres ist z. B. der Fall bei den Trachyten des Pics von Teneriffa und denen des Aetna. Die Voraussetzung, daß die Grundmasse aus denselben kleinen, ununterscheidbaren Bestandtheilen bestehe, welche wir in den großen Krystallen erkennen, scheint keinesweges fest begründet zu sein, weil, wie wir schon oben gesehen, in Charles Deville's scharfsinniger Arbeit die amorph scheinende Grundmasse meist mehr Kieselsäure darbietet, als man nach der Gattung des Feldspaths und der anderen sichtbaren Gemengtheile erwarten sollte. Bei den Leucitophyren zeigt sich, wie Gustav Rose bemerkt, selbst in dem specifischen Unterschiede der vorwaltenden Alkalien (der eingewobenen kalihaltigen Leucite) und der, fast nur natronhaltigen Grundmasse ein auffallender Contrast. †)

Jahre 1840, wenigstens fünf Jahre nach der Benennung der Gebirgsart Andesit; und keinesweges umgekehrt älter ist als der der Gebirgsart, wie bisweilen irrig behauptet wird. In den Formationen von Chili, welche Darwin so oft albitreichen andesitic granite und andesitic porphyre nennt (Geological observations on South America 1846 p. 174), mögen auch wohl Oligoklase enthalten sein. Gustav Rose, dessen Abhandlung über die Nomenclatur der mit dem Grünsteine und Grünsteinporphyr verwandten Gebirgsarten (in Poggendorff's Annalen Bd. XXXIV. S. 1—30) in demselben Jahre 1835 erschien, in welchem Leopold von Buch den Namen Andesit gebrauchte, hat sich weder in der eben genannten Abhandlung noch je später dieses Namens bedient: dessen Definition nach der jetzt erkannten Natur der Gemengtheile nicht Albit mit Hornblende, sondern in den Cordilleren von Südamerika Oligoklas mit Augit heißen müßte. Die nun schon veraltete Mythe des Andesits, welche ich hier nur zu umständlich behandelt habe, lehrt auf's neue, wie viele andere Beispiele aus der Entwicklungsgeschichte unseres physikalischen Wissens, daß irrige oder nicht genugsam begründete Behauptungen (z. B. der Hang Varietäten als Arten aufzuzählen) den beschreibenden Wissenschaften oft dadurch förderlich werden, daß sie zu genaueren Beobachtungen anregen.

*) Schon 1840 beschrieb Abich (über die Natur und die Zusammensetzung der Vulkan-Bildungen S. 46) Oligoklas-Trachyte aus dem Gipfel-Gestein des Kasbegk und einem Theile des Ararats; auch 1835 äußerte Gustav Rose mit Vorsicht (Poggend. Ann Bd. 34. S. 30), „daß er bis dahin bei seinen Bestimmungen nicht auf den Oligoklas und Periklin Rücksicht genommen habe, die doch wahrscheinlich ebenfalls als Gemengtheil vorkommen." Der ehemals viel verbreitete Glaube, daß ein bestimmtes Vorherrschen des Augits oder der Hornblende auch auf eine bestimmte Species aus der Feldspath-Reihe: [illegible] glasigen Orthoklas (Sanidin), auf Labrador oder [illegible], schließen lasse; scheint sehr erschüttert durch [illegible] der des Chimborazo- und Toluca-Gesteins, von Trachyten der 4ten und 3ten Abtheilung. In der Basalt-Formation kommen oft Hornblende und Augit gleich häufig vor: das ist keinesweges der Fall bei den Trachyten: aber sehr vereinzelt habe ich Augit-Krystalle in Toluca-Gestein; einige Hornblende-Krystalle in Theilen des Chimborazo-, Pichincha-, Puracé- und Teneriffa-Gesteins gefunden. Olivine, die so überselten in den Basalten fehlen, sind in Trachyten eben so eine große Seltenheit, als sie es in den Phonolithen sind: und doch sehen wir bisweilen in einzelnen Lavaströmen sich Olivine neben Augiten in Menge bilden. Glimmer ist im ganzen sehr ungewöhnlich im Basalt: und doch enthalten einzelne Basaltkuppen des, von Reuß, Freiesleben und mir zuerst beschriebenen, böhmischen Mittelgebirges sie in Menge. Die ungewöhnliche Vereinzelung gewisser Mineralkörper und die Gründe ihrer gesetzlichen specifischen Geselligkeit hangen wahrscheinlich von vielen noch nicht ergründeten Ursachen des Drucks, der Temperatur, der Dünnflüssigkeit, der Schnelligkeit der Erkaltung zugleich ab. Die specifischen Unterschiede der Association sind aber in den gemengten Gebirgsarten wie in den Gangmassen von großer Wichtigkeit; und in geognostischen Beschreibungen, welche in der freien Natur, im Angesicht des Gegenstandes, haben entworfen werden können, muß man nicht verwechseln: was ein vorherrschendes oder wenigstens ein sehr selten fehlendes, was ein sich nur sparsam wie zufällig zeigendes Glied der Association ist. Die Verschiedenheit, die in den Elementen eines Gemenges, z. B. in den Trachyten, herrscht, wiederholt sich, wie ich bereits oben erinnert habe, auch in den Gebirgsarten selbst. Es giebt in beiden Continenten große Länder, in denen Trachyt- und Basalt-Formationen sich gleichsam abstoßen, wie Basalte und Phonolithe; andere Länder, in welchen Trachyte und Basalte in beträchtlicher Nähe mit einander abwechseln. (Vergl. Gustav Jenzsch, Monographie der böhmischen Phonolithe 1856 S. 1—7.)

†) Vergl. Bischof, chemische und physikalische Geologie 2. B. 1851 S. 2288 verglichen mit 2297; Roth, Monographie des Vesuvs 1857 S. 305.

Aber neben diesen Associationen von Augit mit Oligoklas, Augit mit Labrador, Hornblende mit Oligoklas, welche in der von uns angenommenen Classification der Trachyte aufgeführt worden sind und diese besonders charakterisiren, finden sich in jedem Vulkane noch andere, leicht erkennbare, unwesentliche Gemengtheile, deren Frequenz oder stete Abwesenheit in verschiedenen, oft sehr nahen Vulkanen auffallend ist. Ein häufiges oder durch lange Zeitepochen getrenntes Auftreten hängt in einer und derselben Werkstatt wahrscheinlich von mannigfaltigen Bedingungen der Tiefe des Ursprungs der Stoffe, der Temperatur, des Drucks, der Leicht- und Dünnflüssigkeit, des schnelleren oder langsameren Erkaltens ab. Die specifische Association oder der Mangel gewisser Gemengtheile steht gewissen Theorien, z. B. über die Entstehung des Bimssteines aus glasigem Feldspath oder aus Obsidian, entgegen. Diese Betrachtungen, welche gar nicht der neueren Zeit allein angehören, sondern schon am Ende des 18ten Jahrhunderts durch Vergleichung der Trachyte von Ungarn und von Teneriffa angeregt waren, haben mich, wie meine Tagebücher bezeugen, in Mexico und den Cordilleren der Andes mehrere Jahre lang lebhaft beschäftigt. Bei den neueren, unverkennbaren Fortschritten der Lythologie haben die unvollkommneren Bestimmungen der Mineral-Species, die ich während der Reise machte, durch Gustav Rose's jahrelang fortgesetzte oryctognostische Bearbeitung meiner Sammlungen verbessert und gründlich gesichert werden können.

Glimmer.

Sehr häufig ist schwarzer oder dunkelgrüner Magnesia-Glimmer in den Trachyten des Cotopaxi, in der Höhe von 2263 Toisen zwischen Suniguaicu und Quelendana, wie auch in den unterirdischen Bimsstein-Lagern von Guapulo und Zumbalica am Fuß des Cotopaxi *), doch 4 deutsche Meilen von demselben entfernt. Auch die Trachyte des Vulkans von Toluca sind reich an Magnesia-Glimmer, der am Chimborazo fehlt. †) In unserem Continent haben sich Glimmer häufig gezeigt: am Vesuv (z. B. in den Ausbrüchen von 1821—1823 nach Monticelli und Covelli); in der Eifel in den alt-vulkanischen Bomben des Lacher Sees ‡); im Basalt von Meronitz, des mergelreichen Kausawer-Berges und vorzüglich der Gamayer Kuppe ||) des böhmischen Mittelgebirges; seltener im Phonolith §), wie im Dolerit des Kaiserstuhles bei Freiburg. Merkwürdig ist, daß nicht blos in den Trachyten und Laven beider Continente kein weißer (meist zwei-achsiger) Kali-Glimmer, sondern nur dunkel gefärbter (meist ein-achsiger) Magnesia-Glimmer erzeugt wird; und daß dieses ausschließliche Vorkommen des Magnesia-Glimmers sich auf viele andere Eruptions- und plutonische Gesteine: Basalt, Phonolithe, Syenit, Syenit-Schiefer, ja selbst auf Granitite erstreckt: während der eigentliche Granit gleichzeitig weißen Kali-Glimmer und schwarzen oder braunen Magnesia-Glimmer enthält. ¶)

Glasiger Feldspath.

Diese Feldspath-Gattung, welche eine so wichtige Rolle in der Thätigkeit europäischer Vulkane spielt: in den Trachyten erster und zweiter Abtheilung (z. B. auf Ischia, in den

*) Kosmos 4. B. S. 814.

†) Es ist die Erinnerung wohl fast überflüssig, daß der Ausdruck fehlen nur andeutet, daß bei der Durchforschung eines, freilich nicht unbeträchtlichen Theiles von Vulkanen großen Umfangs eine Mineral-Species vergeblich gesucht worden ist. Ich unterscheide zwischen fehlen (nicht gefunden sein), sehr seltener Einmengung, und häufiger, aber doch nicht normal charakterisirender.

‡) Carl von Oeynhausen, Erkl. der geogn. Karte des Lacher Sees 1847 S. 38.

||) S. bergmännisches Journal von Köhler und Hofmann, 5ter Jahrgang 1. Bd. (1792) S. 244, 251 und 265. Glimmerreicher Basalt, wie an der Gamayer Kuppe im böhmischen Mittelgebirge, ist eine Seltenheit. Ich habe diesen Theil des böhmischen Mittelgebirges im Sommer 1792 gemeinschaftlich mit Carl Freiersleben, meinem nachmaligen schweizer Reisebegleiter, der einen so wesentlichen Einfluß auf meine geognostische und bergmännische Ausbildung gehabt hat, besucht. Bischof bezweifelt jede Entstehung des Glimmers auf pyrogenem Wege, und hält ihn für ein Umwandlungs-Product auf nassem Wege; s. sein Lehrbuch der chemischen und physikal. Geologie Bd. II. S. 1426 und 1439.

§) Jenzsch, Beiträge zur Kenntniß der Phonolithe in der Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft Bd. VIII. 1856 S. 36.

¶) Gustav Rose über die zur Granitgruppe gehörigen Gebirgsarten in derselben Zeitschrift 1. B. 1849 S. 359.

phlegräischen Feldern oder dem Siebengebirge bei Bonn); fehlt in dem Neuen Continent, in den Trachyten thätiger Vulkane, wahrscheinlich ganz: was um so auffallender ist, als Sanidin (glasiger Feldspath) wesentlich den silberreichen, quarzlosen mexicanischen Porphyren von Moran, Pachuca, Villalpando und Acaguisotla angehört, von denen die ersteren mit den Obsidianen vom Jacal zusammenhangen.*)

Hornblende und Augit.

Bei der Charakteristik von 6 verschiedenen Abtheilungen der Trachyte ist schon bemerkt worden, wie dieselben Mineral-Species, welche (z. B. Hornblende in der 3ten Abtheilung oder dem Toluca-Gestein) als **wesentliche** Gemengtheile auftreten, in anderen Abtheilungen (z. B. in der 4ten und 5ten Abtheilung, im Pichincha- und Aetna-Gestein) vereinzelt oder sporadisch erscheinen. Hornblende habe ich, wenn auch nicht häufig, in den Trachyten der Vulkane von Cotopaxi, Rucu-Pichincha, Tungurahua und Antisana neben Augit und Oligoklas; aber fast gar nicht neben den beiden eben genannten Mineralien am Abhange des Chimborazo bis über 18000 Fuß Höhe gefunden. Unter den vielen vom Chimborazo mitgebrachten Stücken ist Hornblende nur in zweien und in geringer Menge erkannt. Bei den Ausbrüchen des Vesuvs in den Jahren 1822 und 1850 haben sich Augite und Hornblend-Krystalle (diese bis zu einer Länge von fast 9 Pariser Linien) durch Dampf-Exhalationen auf Spalten **gleichzeitig** gebildet.†) Am Aetna gehört, wie Sartorius von Waltershausen bemerkt, die Hornblende vorzugsweise den älteren Laven zu. Da das merkwürdige, im westlichen Asien und an mehreren Punkten von Europa weit verbreitete Mineral, welches Gustav Rose **Uralit** genannt hat, durch Structur und Krystallform mit der Hornblende und dem Augit nahe verwandt ist‡); so mache ich gern hier von neuem auf das erste Vorkommen von Uralit-Krystallen im Neuen Continent aufmerksam; es wurden dieselben von Rose in einem Trachytstück erkannt, das ich am Abhange des Tungurahua 3000 Pariser Fuß unter dem Gipfel abgeschlagen habe.

Leucit.

Leucite, welche in Europa dem Vesuv, der Rocca Monfina, dem Albaner Gebirge bei Rom, dem Kaiserstuhl im Breisgau, der Eifel (in der westlichen Umgebung des Lacher

*) Die Porphyre von Moran, Real del Monte und Regla (letztere berühmt durch den ungeheuren Silberreichthum der Veta Biscayna, und die Nähe der Obsidiane und Perlsteine des Cerro del Jacal und Messerberges, Cerro de las Navajas) sind, wie fast alle metallreiche Porphyre von Amerika, ganz quarzfrei (über diese Erscheinungen und ganz analoge in Ungarn s. **Humboldt**, (Essai géognostique sur le Gisement des Roches p. 179—188 und 190—193); aber die Porphyre von Acaguisotla, auf dem Wege von Acapulco nach Chilpanzingo, wie die von Villalpando nördlich von Guanaxuato, welche von goldführenden Gängen durchsetzt werden, enthalten neben dem Sanidin auch Körner von bräunlichem Quarze. — Da am Cerro de las Navajas und in dem basalt- und perlsteinreichen Valle de Santiago, das man durchstreicht, um von Valladolid nach dem Vulkan von Jorullo zu gelangen, die kleinen Einschlüsse von Obsidian-Körnern und glasigem Feldspath in den vulkanischen Gebirgsarten im ganzen selten sind; so war ich um so mehr verwundert, als ich zwischen Capula und Pazcuaro, vorzüglich bei Tzurisarundaro, alle Ameisenhaufen mit schön glänzenden Körnern von Obsidian und Sanidin erfüllt fand. Es war im Monat September 1803 (Nivellement barométr. p. 327 No. 366 und Essai géognost. sur le Gisement des Roches p 356). Ich war verwundert, wie so kleine Insecten solche Mineral-Species aus weiter Ferne forttragen konnten. Mit lebhafter Freude habe ich gesehen, daß ein rastloser Forscher, Herr Jules Marcou, etwas ganz ähnliches aufgefunden hat. „Il existe", sagt dieser, „sur les hauts plateaux des Montagnes Rocheuses, sur tout aux environs du fort *Defiance* (à l'ouest du Mont Taylor), une espèce de fourmis qui, au lieu de se servir de fragmens de bois et de débris de végétaux pour élever son édifice, n'emploie que de petites pierres de la grosseur d'un grain de maïs. Son instinct la porte à choisir les fragmens de pierres le plus brillants; aussi la fourmilière est elle souvent remplie de grenats transparents magnifiques et de grains de quarz très limpides." (Jules **Marcou**, Résumé explicatif d'une Carte géogn. des Etats Unis 1855 p. 3.)

In den jetzigen Vesuv-Laven ist glasiger Feldspath sehr selten; nicht so in den alten Laven, z. B. in denen des Ausbruchs von 1631, neben Leucit-Krystallen. Sehr häufig ist auch Sanidin zu finden im Arso-Strom von Cremate auf Ischia vom Jahr 1301, ohne allen Leucit: nicht mit dem älteren, von Strabo beschriebenen (bei Montagnone und Rotaro) zu verwechseln (Kosmos 4tes Buch S. 775.) So wenig glasiger Feldspath in den Trachyten des Cotopaxi oder anderer Vulkane der Cordilleren überhaupt zu finden ist, eben so wenig erscheint er in den unterirdischen Bimsstein-Brüchen am Fuß des Cotopaxi. Was man darin ehemals als Sanidin beschrieben hat, sind Krystalle von Oligoklas.

†) **Roth**, Monographie des Vesuvs S. 267 und 382.

‡) S. oben S. 877; **Rose**, Reise nach dem Ural Bd. II. S. 369; **Bischof**, chem. und physik. Geologie Bd. II. S. 528—571.

Sees in Blöcken, nicht im anstehenden Gestein wie am Burgberge bei Rieden) ausschließlich angehören, sind bisher noch nirgends in vulkanischen Gebirgen des Neuen und dem asiatischen Theile des Alten Continents aufgefunden worden. Daß sie sich oft um einen Augit-Krystall bilden, hat schon Leopold von Buch im Jahr 1798 aufgefunden und in einer vortrefflichen Abhandlung *) beschrieben. Der Augit-Krystall, um welchen nach der Bemerkung dieses großen Geologen der Leucit sich bildet, fehlt selten, scheint mir aber bisweilen durch einen kleinen Kern oder Brocken von Trachyt ersetzt zu sein. Die ungleichen Grade der Schmelzbarkeit zwischen den Kernen und der umgebenden Leucit-Masse setzen der Erklärung der Bildungsweise in der Umhüllung einige chemische Schwierigkeiten entgegen. Leucite waren theils lose nach Scacchi, theils mit Lava gemengt in neuen Ausbrüchen des Vesuvs von 1822, 1828, 1832, 1845 und 1847 überaus häufig.

Olivin.

Da Olivin in den alten Laven des Vesuvs †) (besonders in den Leucitophyren der Somma); in dem Arso von Ischia, dem Ausbruch von 1301, gemengt mit glasigem Feldspath, braunem Glimmer, grünem Augit und Magneteisen; in den Lavaströme entsendenden Vulkanen der Eifel (z. B. im Mosenberge westlich von Manderscheid ‡), und im südöstlichen Theile von Teneriffa in dem Lava-Ausbruch von Guimar im Jahre 1704, sehr häufig ist: so habe ich in den Trachyten der Vulkane von Mexico, Neu-Granada und Quito sehr eifrig, aber vergebens danach gesucht. Unsere Berliner Sammlungen enthalten allein von den vier Vulkanen: Tunguragua, Antisana, Chimborazo und Pichincha 68 Trachytstücke, deren 48 von mir und 20 von Boussingault mitgebracht sind. ||) In den Basalt-Formationen der Neuen Welt ist Olivin neben Augit eben so häufig als in Europa; aber die schwarzen, basaltartigen Trachyte vom Yana-Urcu bei Calpi am Fuß des Chimborazo §), so wie die räthselhaften, welche man la reventazon del volcan de Ansango ¶) nennt, enthalten keinen Olivin. Nur in dem großen, braunschwarzen Lavastrom mit krauser, schlackiger, blumenkohlartig aufgeschwollener Oberfläche, dem folgend, wir in den Krater des Vulkans von Jorullo gelangten, fanden wir kleine Olivinkörner eingewachsen. **) Die so allgemeine Seltenheit des Olivins in den neueren Laven und dem größten Theil der Trachyte erscheint minder auffallend, wenn man sich erinnert, daß, so wesentlich auch Olivin für die Basaltmasse zu sein scheint, doch (nach Krug von Nidda und Sartorius von

*) Gilbert's Annalen der Physik Bd. VI. 1800 S. 53; Bischof, Geologie Bd. II. S. 2265—2303.

†) Die neueren Vesuv-Laven enthalten keinen Olivin, eben so wenig glasigen Feldspath; Roth, Mon. des Vesuvs S. 139. Der Lavastrom des Pic von Teneriffa von 1704, den Viera und Glas beschrieben haben, ist nach Leopold von Buch (Descr. des Iles Canaries p. 207) der einzige, welcher Olivin enthält. Die Behauptung aber, als sei der Ausbruch von 1704 der erste, welcher seit der Zeit der Eroberung (Conquista) der canarischen Inseln am Ende des 15. Jahrhunderts statt gefunden habe, ist von mir an einem anderen Orte (Examen critique de l'histoire de la Géographie T. III. p. 143 146) als irrig erwiesen worden. Columbus sah auf seiner ersten Entdeckungsreise in den Nächten vom 21. bis 25. August, als er Dona Beatriz de Bobadilla auf der Gran Canaria aufsuchen wollte, den Feuerausbruch auf Teneriffa. Es heißt im Tagebuche des Admirals unter der Rubrik Jueves 9 de Agosto, welche Nachrichten bis 2. September enthält: "Vieron salir gran fuego de la Sierra de la Isla de Tenerife, que es muy alta en gran manera"; Navarete, Col. de los Viages de los Españoles T. I. p. 5. Die eben genannte Dame ist nicht zu verwechseln mit Dona Beatriz Henriquez aus Cordova: der unehelichen Mutter des gelehrten Don Fernando Colon, des Geschichtsschreibers des Vaters, deren Schwangerschaft im Jahr 1488 so wesentlich dazu beitrug, den Columbus in Spanien zurückzuhalten, und zu veranlassen, daß die Neue Welt für Castilien und Leon (und nicht für Portugal, Frankreich oder England) entdeckt wurde. (Vergl. mein Examen critique T. III. p. und 367).

‡) Kosmos 4. Buch S. 757.

||) Ein wichtiger Theil der während meiner amerikanischen Expedition gesammelten Gebirgsarten ist das spanische Mineralien-Cabinet, an den König von Hetrurien, nach England und Frankreich gesandt worden. Ich erwähne nicht der geologischen und botanischen Sammlungen, die mein edler Freund und Mitarbeiter Bonpland besitzt, mit dem zwiefach geheiligten Rechte des Selbstsammelns und Selbst-Entdeckens. Eine so weite Verbreitung des Gesammelten, welche durch sehr genaue Angabe der Geburtsörter das Zusammenhalten der Gruppen in geographischer Beziehung nicht ausschließt, gewährt den Vortheil, daß sie die vielseitigste und strenge Bestimmung der Mineral-Species erleichtert, deren wesentliche und habituelle Association die Gebirgsarten charakterisirt.

§) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 139.

¶) A. a. O. S. 202 und Kosmos 4. Buch S. 809.

**) Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 344. Auch im Tezontle (zelliger Lava oder basaltischem Mandelstein? — mexicanisch tetzontli, d. h. Steinhaar: von tetl Stein und tzontli Haar) des cerro de Axusco in Mexico habe ich viel Olivin gefunden.

Waltershausen) in Island und im deutschen Rhöngebirge der olivinfreie Basalt n'+l von dem olivinreichen zu unterscheiden ist. Den ersteren ist man gewohnt von alter Zeit her Trapp und Wacke, seit neuerer Zeit Anemasit*) zu nennen. Olivin, bisweilen kopfgroß in den Basalten von Rentières in der Auvergne, erlangen auch in den Unkler Steinbrüchen, welche der Gegenstand meiner ersten Jugendarbeiten gewesen sind, bis 6 Zoll Durchmesser. Der schöne, oft verschlissene Hypersthenfels von Elfdalen in Schweden, ein körniges Gemenge von Hypersthen und Labrador, das Berzelius als Syenit beschrieben hat, enthält auch Olivin †), wie (noch seltener) im Cantal der Phonolith des Pic de Griou. ‡) Wenn nach Stromeyer Nickel ein sehr constanter Begleiter des Olivins ist, so hat Rumler darin Arsenik entdeckt ||): ein Metall, das in der neuesten Zeit weit verbreitet in so vielen Mineralquellen und selbst im Meerwasser gefunden worden ist. Des Vorkommens der Olivine in Meteorsteinen §) und künstlichen, von Sefström untersuchten Schlacken ¶) habe ich schon früher gedacht.

Obsidian.

Schon als ich mich im Frühjahr und Sommer 1799 in Spanien zu der Reise nach den canarischen Inseln rüstete, herrschte bei den Mineralogen in Madrid: Hergen, Don José Clavijo und anderen, allgemein die Meinung von der alleinigen Bildung des Bimssteins aus Obsidian. Das Studium herrlicher geognostischer Sammlungen von dem Pic von Teneriffa wie die Vergleichung mit den Erscheinungen, welche Ungarn darbietet, hatten diese Meinung begründet: obgleich die letzteren damals meist nach den neptunistischen Ansichten aus der Freiberger Schule gedeutet vorgetragen worden waren. Die Zweifel über die große Einseitigkeit dieser Bildungs-Theorie, welche sehr früh meine eigenen Beobachtungen auf den canarischen Inseln, in den Cordilleren von Quito und in der Reihe mexicanischer Vulkane in mir erregten **), trieben mich an, meine ernsteste Aufmerksamkeit auf zwei Gruppen von Thatsachen zu richten: auf die Verschiedenartigkeit der Einschlüsse der Obsidiane und Bimssteine im allgemeinen, und auf die Häufigkeit der Association oder gänzliche Trennung derselben in wohl untersuchten, thätigen Vulkan-Gerüsten. Meine Tagebücher sind mit Angaben über diesen Gegenstand angefüllt; und die specifische Bestimmung der eingewachsenen Mineralien ist durch die vielfachsten und neuesten Untersuchungen meines, immer bereitwilligen und wohlwollenden Freundes (Gustav Rose) gesichert worden.

In Obsidian wie in Bimsstein kommen sowohl glasiger Feldspath als Oligoklas, oft beide zugleich vor. Als Beispiele sind anzuführen die mexicanischen Obsidiane, von dem Cerro de las Navajas am östlichen Abfall des Jacal von mir gesammelt; die von Chico mit vielen Glimmer-Krystallen; die von Zimapan im SSW der Hauptstadt Mexico, mit deutlichen kleinen Quarzkrystallen gemengt; die Bimssteine vom Rio Mayo (auf dem Gebirgswege von Popayan nach Pasto), wie vom ausgebrannten Vulkan von Sorata bei Popayan. Die unterirdischen Bimsstein-Brüche unfern Llactacunga††) enthalten vielen Glimmer, Oligoklas und, was in Bimsstein und Obsidian sehr selten ist, auch Hornblende; doch ist die letzte auch im Bimsstein des Vulkans von Arequipa gesehen worden. Gemeiner Feldspath (Orthoklas) kommt im Bimsstein nie neben dem Sanidin vor, eben so fehlen darin die Augite. Die Somma, nicht der Kegel des Vesuvs selbst, enthält Bims-

*) Sartorius von Waltershausen, physisch-geographische Skizze von Island S. 64.

†) Berzelius 6ter Jahresbericht 1827 S. 302 Gustav Rose in Poggend. Annalen Bd. XXXIV. 1835 S. 14 (Kosmos 1. Buch S. 139).

‡) Jenzsch, Phonolithe 1856 S. 37 und Senft in seiner wichtigen Classification der Felsarten 1857 S. 187. Auch in den Kalkblöcken der Somma kommt nach Scacchi Olivin neben Glimmer und Augit vor. Ich nenne diese merkwürdigen Massen ausgestoßne Blöcke, nicht Laven: welche letztere die Somma wohl nie selbst ergossen hat.

||) Poggend. Annalen Bd. XLIX. 1840 S. 591 und Bd. LXXXIV. S. 302; Daubrée in den Ann. des Mines 4ème Série T. XIX. 1851 p. 669.

§) Kosmos 1. Buch S. 64 und 3. Buch S. 615.

¶) A. a. O. 1. Buch S. 140.

**) Humboldt, Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 156—165 (Éd. in 4°).

††) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 814.

Gay-Lussac und ich die Thomson'sche Mineraliensammlung in Neapel besuchten, des Ersten Aufmerksamkeit auf sich gezogen.*) Das Aufblähen der Obsidiane durch Feuer, welches schon im griechischen Alterthum der Beobachtung nicht entgangen war †), hat gewiß eine ähnliche Gas-Entwickelung zur Ursach. Obsidiane gehen nach Abich um so leichter durch Schmelzen in zellige, nicht parallel-fasrige Bimssteine über, je ärmer sie an Kieselsäure und je reicher sie an Alkalien sind. Ob aber das Anschwellen allein der Verflüchtigung von Kali oder Chlor-Wasserstoff-Säure zuzuschreiben sei, bleibt nach Rammelsberg's Arbeiten ‡) sehr ungewiß. Scheinbar ähnliche Phänomene des Aufblähens mögen in obsidian- und sanidin-reichen Trachyten, in porösen Basalten und Mandelsteinen, im Pechstein, Turmalin und dem sich entfärbenden dunkelbraunen Feuerstein stoffartig sehr verschiedene Ursachen haben; und eine auf eigene, genaue Versuche gegründete, so lange und vergebens erwartete Forschung ausschließlich über die entweichenden gasartigen Flüssigkeiten würde zu einer unschätzbaren Erweiterung der chemischen Geologie der Vulkane führen, wenn zugleich auf die Einwirkung des Meerwassers in unterseeischen Bildungen und auf die Menge des gekohlten Wasserstoffs der beigemengten organischen Substanzen Rücksicht genommen würde.

Die Thatsachen, welche ich am Ende dieses Abschnittes zusammengestellt habe: die Aufzählung der Vulkane, welche Bimssteine ohne Obsidian, und bei vielem Obsidian keinen Bimsstein hervorbringen; die merkwürdige, nicht constante, aber sehr verschiedenartige Association des Obsidians und Bimssteins mit gewissen anderen Mineralien; haben mich früh schon, während des Aufenthalts in den Cordilleren von Quito, zu der Ueberzeugung geführt, daß die Bimsstein-Bildung Folge eines chemischen Processes ist, der in Trachyten sehr heterogener Zusammensetzung, ohne nothwendig vorhergehende Vermittelung des Obsidians (d. h. ohne Präexistenz desselben in großen Massen), verwirklicht werden kann. Die Bedingungen, unter denen ein solcher Proceß großartig gelingt, sind (ich wiederhole es hier!) vielleicht minder in der Stoff-Verschiedenheit des Materials als in der Graduation der Wärme, des durch die Tiefe bestimmten Druckes, der Dünnflüssigkeit und der Dauer der Erstarrung gegründet. Die denkwürdigen, wenn gleich seltenen Erscheinungen, welche die Isolirtheit riesenhaft großer unterirdischer Bimsstein-Brüche, fern von allen vulkanischen Gerüsten (Kegel- und Glockenbergen), darbietet, leiten mich zugleich zu der Vermuthung ||), daß ein nicht unbeträchtlicher, ja vielleicht dem Volum nach der größere Theil der vulkanischen Gebirgsarten nicht aus aufgestiegenen vulkanischen Gerüsten, sondern aus Spalten-Netzen der Erdoberfläche ausgebrochen ist und oft viele Quadratmeilen schichtenweise bedeckt hat. Zu diesen gehören wohl auch die alten Trappmassen der unter-silurischen Formation des südwestlichen Englands, durch deren genaue chronometrische Bestimmung mein edler Freund, Sir Roderick Murchison, unsere Kenntniß von der geologischen Construction des Erdkörpers auf eine so umfassende Weise erweitert und erhöht hat.

---

*) Leopold von Buch in den Abhandl. der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus den Jahren 1812—13 (Berlin 1816) S. 128.

†) Theophrastus de lapidibus § 14 und 15 (opera ed. Schneider T. I. 1818 p. 689, T. II. p. 426 und T. IV. p. 551) sagt dies vom „liparischen Stein (Λιπαραῖος)".

‡) Rammelsberg in Poggend. Annalen Bd. 80 1850 S. 464 und 4tes Suppl. zu seinem chemischen Handwörterbuche S. 169; vergl. auch Bischof, Geologie Bd. II. S. 2224, 2232 und 2280.

||) Kosmos 4. Buch S. 795, 807, 808—810, 815 bis 816 und 820. Ueber Einzelheiten in der geographischen Verbreitung der Bimssteine und Obsidiane in der Tropenzone des Neuen Continents vergl. Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. 340—342 und 344—347.

19ten Jahrhunderts, den fast entmuthigenden Anblick der erweiterten Sphären reich erfüllter Himmels- und Erdräume hätte erleben können! Noch vor zehn Jahren lebte ich, wie mein Kosmos am Ende des zweiten Bandes (S. 383) es bezeugt, in der täuschenden Hoffnung, die Haupt-Ergebnisse specieller Beobachtung, welche jetzt drei Bände füllen werden, in einen einzigen letzten Band vereinigen zu können. Es gelingt leichter, wenn man einige Anmuth der Form bewahren will, ein allgemeines *Weltgemälde* innerhalb vorerkannter Grenzen zu entwerfen als, in verschiedenartige Gruppen vertheilt, die einzelnen Elemente zu beleuchten, auf welche man vorzugsweise zu einer bestimmten Zeitepoche unsrer wissenschaftlichen Erkenntniß die Resultate gegründet glaubt.

Bei der Vollendung einer wenigstens mit ausdauerndem Fleiße durchgeführten Arbeit ist es dem Verfasser wohl erlaubt, noch einmal die Frage zu berühren: ob sein Buch vom Kosmos dem ursprünglich vorgeschriebenen Plane, ich möchte sagen der *Beschränktheit* treu geblieben ist, welche ihm nach seiner individuellen Ansicht, nach seiner Kenntniß von dem bisherigen Zustande des errungenen Wissens rathsam schien. Ich habe in dem Buche erstrebt: eine denkende Betrachtung der durch die *Empire**) gegebenen Erscheinungen, die Zusammenstellung des Entwicklungsfähigen zu einem *Naturganzen*. Die Verallgemeinerung der Ansichten von den Uebergängen der realen, ununterbrochen thätigen *Naturprocesse* in einander (eines der herrlichsten Ergebnisse unseres Zeitalters!) führt zur Erforschung von *Gesetzen*, da, wo sie zu erkennen oder wenigstens zu erahnden sind. Klarheit und Lebendigkeit der Sprache in der objectiven Darstellung der Erscheinungen wie in dem Reflex der äußeren Natur auf das *geistige Leben im Kosmos*, auf die Gedanken- und die Gefühlswelt gehören zu den nothwendigen Bedingnissen einer solchen, ich darf wohl sagen noch nie ausgeführten Composition (Kosmos 2. B. S. 192—194 und 215—216; 3. B. S. 386—387). Die Aufzählung meiner Bestrebungen giebt ihrem Wesen nach unvermeidlich Veranlassung, an die Beziehungen zu mahnen, in welchen das von mir Versuchte zu den Wagnissen einer *metaphysischen Naturwissenschaft*, zu dem steht, was tiefe Denker *Naturphilosophie* im Gegensatz der *Philosophie des Geistes* nennen. Ich habe schon früher freimüthig und in Widerspruch mit mehreren von mir hochgeachteten vaterländischen Freunden erklärt, daß, trotz meiner großen Neigung zu Verallgemeinerungen, mir die Aufstellung einer *rationellen Wissenschaft der Natur* (eine dergestalt ausgebildete Naturphilosophie, daß sie ihrem Versprechen gemäß ein vernunftmäßiges Begreifen der Erscheinungen des Weltalls sei) ein bisher unerreichbares Unternehmen scheine. Wie vieles von der sinnlichen Wahrnehmung erkanntes bleibt noch einer mathematischen Gedankenentwickelung fremd! Die scheinbar allen Gesetzen entzogene Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achsenstellung und Bahn-Excentricität der Planeten und Satelliten; die Gestaltung der Continente in Küstenform und Boden-Erhöhung sind wahrscheinlich Resultate sehr spät eingetretener kosmischer *Begebenheiten*, wie das in unseren Tagen (Dec. 1845) erfolgte *Ereigniß* der permanenten Theilung des Biela'schen Cometen (Kosmos 3. Buch S. 396 und 601—602). Dazu kennen wir bei weitem nicht alle Stoffe und alle Kräfte (Thätigkeiten) der Natur; und die Unbegrenztheit der Beobachtungssphäre, welche durch neu-erfundene Mittel (Werk-

*) „Aristoteles," sagt *Brandis* in seiner Geschichte der Griechisch-Römischen Philosophie (Th. II. Abth. 2 S. 45), „ist der entschiedenste Vertreter der Rechte der Erfahrung; er ist zugleich Lord Bacon's Vorgänger und sein an Tiefe und Umfang des Geistes ihm überlegener Gegner. Das Ausgehen vom Empirischen war ihm ein Bedürfniß, weil er überzeugt war, daß der menschliche Geist die Welt des Wirklichen nicht *aus* dem Begriffe, sondern nur *vermittelst* des Begriffs zu erkennen vermöge: und zwar in dem Maaße, in welchem der letztere in seiner Wechselbeziehung mit den Thatsachen der Erfahrung entwickelt werde." Auch *Hegel* nennt den Stagiriten als Naturphilosophen einen *völligen*, zugleich aber auch einen *denkenden Empiriker* (Vorlesungen über die Geschichte der Philosophie, herausgegeben von Michelet, Bd. II. 1833 S. 340). Ueber den langen Kampf zwischen *Realismus* und *Idealismus*, die geschichtlichen Phasen der Erfahrungs-Philosophie wie über die Entwicklungsstufen des Empirismus im allgemeinen s. den geistreichen *Kuno Fischer* in seinem „Franz Baco von Verulam und das Zeitalter der Realphilosophie" (1856) S. 383—388, vorzüglich S. 463—472.

in diesem edeln und wichtigen Theile der Gedankenwelt abzurathen. Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft des unsterblichen Philosophen von Königsberg gehören allerdings zu den merkwürdigsten Erzeugnissen dieses großen Geistes. Er schien seinen Plan selbst beschränken zu wollen, als er in einem Vorworte äußerte, „daß metaphysche Naturwissenschaft nicht weiter lange, als wo Mathematik mit methaphysischen Sätzen verbunden werden könne." Ein mir lange befreundeter, den Kantischen Ansichten leidenschaftlich zugethaner Denker, Jacob Friedrich Fries, glaubt am Schluß seiner Geschichte der Philosophie erklären zu müssen: „daß von den bewundernswürdigen Fortschritten, welche die Naturlehre bis zum Jahr 1840 gemacht, alles der Beobachtung und der Kunst der Geometrie, der Kunst mathemathischer Analysis angehöre; die Naturphilosophie habe bei diesen Entdeckungen gar nichts gefördert." Möge ein Zeugniß bisheriger Unfruchtbarkeit nicht alle Hoffnung für die Zukunft vernichten! denn es geziemt nicht dem freien Geiste unserer Zeit, jeden zugleich auf Induction und Analogien gegründeten philosophischen Versuch, tiefer in die Verkettung der Naturerscheinungen einzudringen, als bodenlose Hypothese zu verwerfen: und unter den edeln Anlagen, mit welchen die Natur den Menschen ausgestattet hat, bald die nach dem Causalzusammenhang grübelnde Vernunft; bald die regsame, zu allem Entdecken und Schaffen nothwendige und anregende Einbildungskraft zu verdammen.*)

Ich meines Theils glaube geleistet zu haben, was ich nach der Natur meiner Neigungen und nach dem Maaß meiner Kräfte zu unternehmen mir vorsetzen konnte. Ich wünschte ein Werk zu liefern nach dem großen Vorbilde der Exposition du Système du Monde von Laplace, in dessen anregender Nähe ich in Arcueil und im Bureau des Longitudes auf der Pariser Sternwarte, mit Gay-Lussac und Arago, über zwanzig Jahre das Glück hatte zu verleben. Wenn wir schon in der Mechanik des Himmels, trotz der Einfachheit der wirkenden Kräfte, in vielen Zuständen des Seins der Weltkörper nicht auch ihr Geworden-Sein erkennen; wenn selbst in den numerischen Verhältnissen der Planeten-Abstände unter einander, ihrer Massen- und Größengefolge, in der Neigung ihrer Achsen, wie in der Form der Sternhaufen und Nebelflecke sich fast alles bisher der mathemathischen Gedankenentwicklung entzieht (vielleicht weil, wie ich bereits erinnert, diese Verhältnisse Folge sehr verschiedenartiger, partieller Himmels-Begebenheiten†) sind); so konnte in der terrestrischen Zone, wo die Stoff-Verschiedenheit thätig auftritt und die Probleme verwickelt, wohl nicht die Hoffnung entstehen, daß die Weltbeschreibung zugleich eine Welterklärung sein würde. Selbst Platons geistige verallgemeinernde Macht würde da nicht hinreichen‡): wo in jedem Zeitpunkt dem Versuch einer Lösung, bei jeder erhöhten Stufe des Wissens, noch die Ueberzeugung mangelt, die Bedingungen alle zu kennen, unter denen die Erscheinungen sich zeigen; die Stoffe alle, deren thätige Kräfte sich so geheimnißvoll äußern. Ich habe nicht unterlassen wollen, den wichtigsten aller Vorwürfe, welche gegen die wissenschaftliche und litterarische Composition

*) Der Philosoph, welcher die Möglichkeit einer Naturphilosophie oder speculativen Physik glaubte erwiesen zu haben (Schelling's sämmtliche Werke Abth. I. Bd. 3. S. 274), gesteht selbst (S. 105): „daß die Kraft, die in der ganzen Natur waltet und durch welche die Natur in ihrer Identität erhalten wird, bisher noch nicht aufgefunden (abgeleitet) worden ist. Wir sehen uns aber zu derselben hingetrieben; doch bleibt diese eine Kraft immer nur eine Hypothese, und sie kann unendlich vieler Modificationen fähig, und so verschieden sein als die Bedingungen, unter denen sie wirkt." Materien, mit unveränderlichen Kräften (unvertilgbaren Qualitäten nach unseren jetzigen Mitteln) ausgerüstet, werden in unserer wissenschaftlichen Sprache chemische Elemente genannt (Helmholtz über Erhaltung der Kraft 1847 S. 4).

†) Laplace, Expos. du Syst. du Monde (5ème éd. 1824) p. 389—395 und 414.

‡) "It has been repeatedly urged by continental critics," sagt ein mir persönlich unbekannter, aber sehr wohlwollender Beurtheiler des Kosmos (Atlas, 9. Jan. 1858), "that Bn Humboldt has not entirely solved his cosmographical axiom; still, *Kosmos* is a gorgeous accumulation of facts, the result of immense experience, study, and research, combined with some equally grand *aperçus, points de vue*, and *theories*. It is an improved *Pliny* of the present time, just such a work as a *savant* and a traveller of his rank could produce. Whether such acquirements could be combined with the high generalising genius of Plato, and the still older Greek sages, we have no means of judging, as no such constellation has yet appeared amongst the ranks of man."

meines Kosmos gerichtet worden sind, frei selbst zu berühren. Eine solche erneuerte Rechtfertigung war mir geboten durch meine Verpflichtung gegen das Publikum, welches nun schon seit mehr als einem halben Jahrhundert meinen Arbeiten eine anregende Aufmerksamkeit geschenkt hat.

Mein Zweck war, in einzelnen großen Gruppen der realen Naturprocesse Gesetze und unverkennbare Beweise eines Causalzusammenhangs aufzusuchen. Die Zahl und die Wichtigkeit dieser einzelnen Gruppen hat sich seit einem halben Jahrhundert mit wachsender Schnelligkeit auf das glücklichste vermehrt. Beispiele aus weit von einander getrennten Gebieten sind hier mit wenigen Zügen zu bezeichnen. Seit der ersten Einsicht, welche Huygens und Newton, Grimaldi und Robert Hooke von dem Causalzusammenhange der Doppelbrechung und Interferenz erlangt hatten, waren, ohne namhafte Erweiterung der theoretischen Optik, hundert und dreißig Jahre vergangen: bis Thomas Young, Malus, Arago und Fresnel die glänzendsten Entdeckungen über die wahre Natur der Interferenz bei Kreuzung von Lichtstrahlen und Verschiedenheit der von ihnen durchlaufenen Wege sowohl bei gewöhnlichem als bei polarisirtem Licht; über die Polarisation durch Reflexion, Refraction und Doppelbrechung; so wie über chromatische und kreisförmige Polarisation bekannt machten. (Oeuvres de Fr. Arago T. VII. p. 307, 344—369, 375 – 392). Diese Entdeckungen und die schönen durch Arago veranlaßten Arbeiten von Fizeau und Foucault (1849 und 1850) haben den Urgrund der Vorstellung von der Materialität des Lichtes erwiesen; und durch die Annahme sich fortpflanzender Aetherschwingungen sind die verwickeltsten optischen Erscheinungen den mathematischen Gedankenverbindungen (der höheren Analyse) in fruchtbarem, auch die Meteorologie und einige Theile der physischen Sternkunde aufklärenden Zusammenhange zugänglich geworden. (Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. p. 1838 p 956, Kosmos 3. Buch S. 427 Anm. †)

In der Physik wie in der theoretischen Chemie sind gruppenweise wichtige Verallgemeinerungen dargeboten worden durch Auffindung des Gesetzes, welches die specifische Wärme der einfachen und zusammengesetzten Körper mit ihrem Atom-Gewichte in dem Sinne der bequemen und weit verbreiteten Bildersprache der Atomistik verknüpft;*) durch die Einsicht in die krystallographischen Verhältnisse des Isomorphismus und die stöchiometrische Lehre von den chemischen Aequivalenten, der zufolge sich die wägbaren Stoffe nach bestimmten Verhältnißzahlen vereinigen. Die von Prout aufgeworfene Frage, ob die Atom-Gewichte aller Elementarstoffe (Chlor und vielleicht Kupfer ausgenommen) theilbar durch das Atom-Gewicht eines einzigen des (Hydrogens?) sind, ist mit großem Scharfsinn erneuert worden. Die katalytische Kraft, nach der gewisse Körper in Berührung mit anderen eine geheimnißvolle chemische Wirksamkeit ausüben, ohne daß die veranlassenden Körper irgend eine Veränderung erleiden; ist eine erkannte, aber in Dunkel gehüllte, noch unerklärte Kraft, welche nach Berzelius sich auch in den verwickelten Processen des organischen Lebens manuigfach äußert.

In dem neu eroberten Gebiete des Electro-Magnetismus sind vorzugsweise zu nennen, als den Horizont erweiternd und wichtigeres noch als das schon Geleistete verheißend: die wahre Einsicht in die Vorgänge der Induction; der so specifisch verschiedene Einfluß heterogener Stoffe auf die Richtung der Magnetnadel, der sie genähert werden: paramagnetisch wirkend, wie Eisen, Kobalt, Nickel und Sauerstoff, letzterer gasförmig und sogar im sehr verdünnten Zustande: während daß Stickgas selbst nach Plücker weder paramagnetisch noch diamagnetisch, sondern indifferent ist; die schöne Entdeckung, nach welcher die Krystalle durch die Pole eines Magnets in gewissen Richtungen abgestoßen oder angezogen werden †); endlich die erlangte Gewißheit, daß nicht bloß die Periodicität der Sonnenflecken (Größe

---

*) S. die vortreffliche Abhandlung Regnault's in den Annales de Chimie T. 73 1840 p. 5; 3me Série T. I. 1841 p. 129, T. IX. 1843 p. 322.

†) Ueber das Nicht-Abstoßen der optischen Achsen der Krystalle s. Knoblauch und Tyndall in Poggend. Annalen Bd. 81 S. 481 und Bd. 83 S. 384.

und Frequenz der trichterförmigen Oeffnungen in der Photosphäre, welche der Aequatorial- und Polar-Gegend fehlen), sondern auch die **Nähe** der Sonne durch die ihrer Masse inwohnende magnetische Kraft (Kosmos 4. Buch S. 680) auf den Erd-Magnetismus wirke. Die Intensität ist größer und die Nadel nähert sich am meisten der verticalen Richtung, wenn im Winter die nördliche Hemisphäre der Erde der Sonne am nächsten steht. Diese erst in den letzten Jahren aufgefundene Thatsache eines unzweifelhaften Zusammenhanges des Magnetismus unseres Planeten mit der mächtigen Magnetkraft des fernen Centralkörpers unseres Systems giebt einer wichtigen Gruppe irdischer Erscheinungen im weitesten Wortsinne einen **kosmischen** Charakter.

Wenn wir so eben einen **electro-chemischen Proceß** berührt haben, der wie ein perpetuirliches Gewitter in dem Sonnenkörper, Licht und Wärme erregend, vorzugehen scheint; so müssen wir auch der neuen wichtigen Ansicht gedenken, welche eine **allverbreitete Thätigkeit der Materie, die Wärme**, betrifft: möge dieselbe von außen mitgetheilt; oder durch Stoß, Reibung, Volum-Veränderung und chemische Einwirkungen hervorgerufen werden. Ich meine die vielartig und mit großem Aufwand von Scharfsinn entwickelte **mechanische Wärme-Theorie**, das so lebendig gewordene Bestreben, alle Wirkungen der Wärme und der Electricität auf den Begriff der Bewegung zurückzuführen. Jede Erwärmung eines Körpers entspricht der Erzeugung einer mechanischen Kraft *), einer gewissen meßbaren Arbeit. Jede Wärme-Menge hat ihr Arbeits-Aequivalent: so daß es im **allgemeinen** wenigem Zweifel zu unterliegen schiene, daß Wärme sich in Arbeit, d. h. in eine mechanische Wirkung, umwandeln; und umgekehrt, daß mechanische Arbeit als Wärme auftreten kann; aber im einzelnen bleibt bisher das Zurückführen aller Temperatur-Erscheinungen (der Wärme-Mittheilung, der latenten und der specifischen Wärme) vielen etwas willkührlichen Annahmen ausgesetzt: selbst wenn wir auch, ohne das **Carnot'sche Princip** von der Erhaltung der lebendigen Kraft zu umgehen, um das in Frage stehende Problem einer mathemathischen Gedankenverbindung unterwerfen zu können, uns mit allen Mythen der Atomistik versöhnen; und für wahr halten, daß alle Körper neben der ponderablen Materie noch schwingenden, alles durchdringenden, alles erfüllenden Aether von äußerst geringer Dichtigkeit enthalten. Wir bezeichnen hier blos die Klippen; denn es ist nicht alles zu **verneinen**, was man **noch nicht** zu **erklären** vermag.

Wenn wir in diesem Werke vom **Kosmos**, trotz der Aussichten, die sich in jedem Jahrhundert in vielen Regionen des Naturwissens fortschreitend eröffnet haben, oft von der Nicht-Erfüllung naher Hoffnungen, von dem Nicht-Gelingen einer generellen Zurückführung der physikalischen Erkenntniß auf eng verkettete Principien der theoretischen Naturphilosophie reden; so befürchten wir darum keineswegs, daß durch unsere Schuld die Lebendigkeit des Forschens nach **Gesetzen**, das Streben nach **Causalität**, welches ein tiefes und unwiderstehliches Bedürfniß des menschlichen Geistes ist, sich mindern werde. Es ist geglückt, durch Combination des Beobachteten in der Auflagerung und Durchbrechung der Gebirgsschichten der festen Erdrinde, in der Reihenfolge untergegangener Organismen, welche diese Schichten erkennbar einschließen, **chronometrische** Denkmäler von dem Alter der Entstehung und Hebung aufzufinden. Die dynamischen Wirkungen der Erdbeben, die Thermalquellen, mit so mannigfaltigen Stoffen geschwängert, die Schlamm-Ausbrüche der Salsen und die Vulkane selbst verschiedener Zeitepochen, durch Erdspalten oder

---

*) **Séguin** im Edinburgh Philosophical Journal Vol. X. 1824 p. 260 und in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXV. 1847 p. 421; **Joule** im Philos. Magazine Vol. 31. 1847 p. 173; **Thomson** und **Joule** in den Philos. Transactions for 1853 P. III. p. 357; **Clausius** in Poggendorff's Annalen Bd. 79. 1850 S. 368 und Bd. 97. 1856 S. 441; **Duhamel**, Cours de Mécanique 1853 chap. 7 p. 401; **Grove**, corrélation des forces physiques, trad. en français par M. l'abbé Moigno, avec des notes par M. Séguin aîné (Paris 1856); G. von **Quintus Icilius**, Experimental-Physik S. 438 bis 448. (Schon Franz Baco sagt: Calor est *motus expansivus*.)

durch eigene Gerüste wirkend: haben in ihrem inneren Zusammenhange als eine Reaction des Inneren unsres Planeten gegen seine Oberfläche geschildert werden können. Wir gerathen dadurch in Versuchung zu glauben, es seien uns aus alten Geschichtsbüchern über die Bildung des Erdkörpers einige Seiten lesbar geworden; und fahren, so lange dem freien Gedanken seine Berechtigung wird, um so froheren Muthes fort in dem Bestreben, die Veränderungen der Materie, so weit sie von der denkenden, geistigen Natur der menschlichen Seele ganz zu trennen sind, aus natürlichen Ursachen, d. h. aus der Thätigkeit der Materie selbst, zu erklären.

Da ich es gewagt habe, dem Titel meines Werkes das Wort Kosmos, im Sinn der pythagoreischen Schule für Weltordnung genommen, vorzusetzen, so habe ich auch in dem 1sten Buche (S. 30 und 31) alles zusammengetragen, was in den Kreisen des hellenischen Sprachzusammenhanges sich an die Etymologie zu verschiedenen Zeiten knüpfte. Derselbe Gegenstand ist (am Schluß des Jahres 1856) von Dr. Leo Meyer, Privat-Docenten in Göttingen, mit Scharfsinn und in erwünschter Allgemeinheit behandelt worden. „Lautlich", sagt der Verfasser der Abhandlung über die Wortbedeutung von Kosmos in den ältesten (homerischen) Denkmalen der griechischen Sprache, „lautlich würde die Zusammenstellung mit 'sudh, rein sein, purificari, sich allerdings rechtfertigen lassen, und dadurch würde sich als Grundbedeutung für das Wort ergeben „Reinheit, Glanz"; und das unmittelbar daraus hergeleitete κοσμέω würde zuerst „reinigen, glänzend machen"; darnach „schmücken", später erst auch „ordnen" bedeuten. Diesen Bedeutungs-Uebergängen aber widerspricht die Geschichte des Worts durchaus, es leitet dieselbe auf eine völlig verschiedene Grundbedeutung hin. Diese Grundbedeutung ist theilen, eintheilen; und eine einzige Stelle (Ilias XII., 86), wo es von den Troern heißt, daß sie fünffach eingetheilt, in fünf Abtheilungen standen, könnte fast schon genügen, die Unmöglichkeit des Begriffs „glänzend machen" für κοσμέω darzulegen. Unter allen zahlreichen homerischen Stellen, die man aufzählen kann, findet sich nicht eine einzige, in der die Bedeutung „Glanz" möglich wäre; und nur an zweien hat Kosmos scheinbar die Bedeutung „Schmuck" oder nähert sich derselben. Als gemeinsame Grundform *) für κόσμος und für κεκάσθαι läßt sich mit ziemlicher Sicherheit καδ ansetzen, mit der Bedeutung „theilen", ursprünglich wohl „spalten": mit dem alt-indischen chid (tschid), σχίζω und dem lateinischen scindo zusammenhangend.

Den Resultaten dieser gründlichen Untersuchung von Dr. Leo Meyer giebt mein berühmter Freund und Lehrer Böckh vollen Beifall. „Der Begriff des Ordnens beruht" auch nach ihm „wesentlich auf dem des Scheidens; letzterer ist augenscheinlich der ursprüngliche: und um den Beweis nicht auf den Homer zu beschränken, ist daran zu erinnern, daß in Kreta die höchste Behörde, die Ordner und Archonten des Staats, κόσμοι (auch κόσμιοι) hießen: ein Name, der gewiß aus sehr früher Zeit stammt. Eben so finden wir bei den epizephyrischen Lokrern als Obrigkeit den κοσμόπολις. Belehrend ist ebenfalls der Anaxagorische Gebrauch des Wortes als Scheidung in der merkwürdigen Stelle: πάντα χρήματα ἦν ὁμοῦ, εἶτα νοῦς ἐλθὼν αὐτὰ διεκόσμησε (Schaubach in fragm. Anaxag. p. 128, 111); und daß Democrit das Wort διάκοσμος da gebraucht hat, wo es nur ein Geordnetes bedeuten kann. Auch daß Leo Meyer das verlorene κάζω mit κόσμος zusammenbringt, ist unstreitig richtig; und Sie haben selbst schon in Ihrem Werke erinnert, wie Welcker damit Κάδμος in Verbindung gesetzt hat."

Das Alter, das ich während der Vollendung der physischen Weltbeschreibung erreicht habe, und das Gefühl abnehmender Kräfte könnten mich anregen, bei der großen und uner-

*) Leo Meyer in Adalb. Kuhn's Zeitschrift für vergleichende Sprachforschung Bd. VI. 1857 S. 161, 164, 171, 172, 174 und 175. „Wie in κόσμος der Begriff des Theilens und Scheidens in den der Ordnung überging, so konnte auf der andern Seite auch der des Unterscheidens, des Auszeichnens sich leicht daraus entwickeln."

warteten Nachsicht, mit welcher das Werk bis zu seinem verspäteten Ende in weiten Kreisen aufgenommen worden ist, den Wunsch um Erhaltung oder gar um Zunahme dieser Nachsicht auszusprechen; aber ich bin seit früher Jugend von dem wissenschaftlichen Ehrgeize, der meine ganze Geistesthätigkeit belebt hat, so durchdrungen, daß im Widerspruch mit jenem Wunsche ich das Bedürfniß fühle, meine Arbeit mit größerer Strenge als bisher behandelt zu sehen. Die Verbreitung der fünf Bände des Kosmos ist um so größer, als dieselben in wenigstens neun verschiedene Sprachen übersetzt erscheinen. In der Masse von Thatsachen, besonders numerischen Angaben, welche in den Texten und in drittehalb-tausend Noten von so verschiedener Länge angehäuft sind, muß oft Irriges durch meine Schuld und durch die Schuld meiner Uebersetzer sich eingeschlichen haben. Ich nenne hier Irriges nicht, was dem später Entdeckten, sondern was dem widerspricht, das zu der Zeit, als ein Band des Werkes gedruckt wurde, nach dem damaligen Zustande des Wissens schon nicht mehr begründet war. Ungenau beobachtete Thatsachen aber oder Meinungen, die in dem Gewande von Thatsachen verbreitet werden, sind, wie ich schon früher bemerkt habe, widerspenstiger und schwerer zu verbannen als verwickelte Hypothesen über reale Naturprocesse.

Ich würde besorgen, eine mir theure Pflicht vernachlässigt zu haben, wenn ich am Schluß einer Einleitung zu dem letzten Bande des Kosmos den mir so wichtigen Beistand nicht öffentlich anerkennte, welchen ich dabei, nun schon über dreizehn Jahre lang, einem werthen Freunde verdanke und dessen sich auch mein Bruder Wilhelm von Humboldt bei der Herausgabe seiner philosophischen Untersuchungen über die Kawi-Sprache auf Java, wie über die Verschiedenheit des menschlichen Sprachbaues erfreut hatte. Kein Blatt des Kosmos ist erschienen, das nicht in der Handschrift und gedruckt dem scharf eindringenden Blicke des Professors Eduard Buschmann, Bibliothekars an der königlichen Bibliothek zu Berlin und Mitglieds der Akademie der Wissenschaften, unterworfen worden wäre. Er ist auch der Vermittler meiner Handschrift gewesen, und viel länger schon hatte er mir eine liebevolle Anhänglichkeit gewidmet. Seiner unermüdeten Thätigkeit und linguistischen Kenntniß des südöstlichen Asiens verdanken wir auch die Fortsetzung des großen Werks meines Bruders und dessen Erweiterung durch ferne Zweige des malayischen Sprachstammes. Sein Bestreben, in den noch so wenig abgesonderten amerikanischen Sprachfamilien, in denen er tief eindringende Arbeiten mit meinem Bruder gepflogen, Geschichtsdenkmale früher Völkerwanderungen und des Entwicklungsganges der Menschheit im Neuen Continent zu enthüllen, hat bereits eine Zahl merkwürdiger Resultate an das Licht gebracht.

Bei dem regen Wunsche, den Reichthum des verschiedenartigsten Materials in dem Entwurf einer physischen Weltbeschreibung zu concentriren, mußte ich um so ernster einige Correctheit in der Form erstreben. Zu den verschiedenen Sprachen, in welchen ich durch ein vielbewegtes Leben zu schreiben veranlaßt wurde, habe ich immer Freunden, denen ich mein Vertrauen zu schenken berechtigt war, das zu Druckende vorgelegt, weil die Färbung des Ausdrucks in seiner erhöhten Lebendigkeit keinesweges dieselbe sein darf in der einfachen, in reiner Objectivität aufgefaßten Naturbeschreibung, und in dem Reflex der äußeren Natur auf das Gefühl und die innere Natur des Menschen. In jeder Litteratur aber sind diese Grenzen nach dem Wesen der Sprache und dem Volksgeiste anders gezogen, um dem Unheil einer dichterischen Prosa zu entgehen. Nur heimisch, in der angeborenen, vaterländischen Sprache kann durch Selbstgefühl das richtige Maaß der Färbung wie bewußtlos bestimmt werden. Die Anerkennung dieses Könnens liegt fern von dem anmaßenden Glauben an das Gelingen. Sie soll hier nur das sorgsame Erstreben bezeichnen, durch Vervollkommnung der Form an die innige Verwandtschaft zwischen einzelnen Theilen wissenschaftlicher und rein litterarischer Werke zu erinnern; an eine Verwandtschaft und Behandlungsweise, die den ersteren keinesweges Gefahr bringt.

(Geschrieben im Juli 1858.)

Schluß des zweiten Abschnittes tellurischer Erscheinungen

wie sie sich offenbaren in der Reaction des Inneren der Erde gegen ihre Oberfläche mittelst der Thätigkeit der Vulkane.

Die vulkanische Thätigkeit wirkt nicht blos umwandelnd und zerstörend; sie ist auch bildend dadurch, daß sie festes Gestein hervorbringt. Wir haben ihre Bildungsprocesse in dem vierten Buche des Kosmos zu beschreiben versucht und die meist krystallinischen, durch Erstarrung flüssiger Erden erzeugten Gebirgsarten, nach ihrer Zusammensetzung (nach der Association ihrer Bestandtheile) in bestimmte Mineral-Gruppen vertheilt, geschildert. Diese vulkanischen Bildungen des Festen, an dem Abhange hoher Kegelberge in schmalen Lavaströmen oder ohne alle bleibende Gerüste in früherer Zeit als weitverbreitete Gesteinsschichten aus dem Spaltennetze der Ebene hervorbrechend, sind bisweilen durch Wasser-Ergüsse unterbrochen. Solche Wasser-Ergüsse verdienen um so mehr eine besondere Aufmerksamkeit, als die Verschiedenartigkeit ihrer Ursachen lange verkannt worden ist, und sie theilweise, wie ich schon früher erinnert habe, rein meteorologischen Phänomenen (dem vulkanischen Gewitter) beizuzählen sind. Der heiße Wasserdampf, welcher während einer Eruption aus dem Krater aufsteigt und sich in den Luftkreis ergießt, bildet bei'm Erkalten ein Gewölk, aus dem Blitze, von Donner begleitet, herabfahren. Auf Island wurden nach Olassen's Bericht am Abhange des Vulkans Katlagia im October 1755 zwei Menschen und 11 Pferde vom Blitze getödtet; ja am Vesuv erregte, als am 22. October 1822 der 400 Fuß hohe Schlackenkegel bereits eingestürzt war, die Condensation der Dämpfe ein vulkanisches Gewitter, dessen rollenden Donner man deutlich von dem Krachen in dem Inneren des Berges unterscheiden konnte.*) Dieselbe meteorologische Erscheinung beschreibt Seneca bei'm Aetna.†) Die Dämpfe sind meist mit fein zertheilten festen Massen: Rapilli, Asche und Sand, gemengt. Faraday's schöne Versuche haben Licht verbreitet über die Ursache der heftigen electrischen Schläge, welche im October 1840 zu Seghell bei Newcastle ein Arbeiter an dem Cylinder einer Feuermaschine erlitt; nach Analogie dieser Versuche ist über dem Krater der Vulkane die Reibung der Wassertheile gegen die festen beigemengten Körper der Erreger der Electricität, welche (wie Gay-Lussac gelehrt hat) bei jeder Wolkenbildung sich auf der äußeren Umhüllung (Oberfläche) condensirt.

Ganz verschieden von diesen minder verheerenden, nur durch vulkanische Gewitter verursachten Wasserströmen sind die Wasser- und Schlamm-Ausbrüche, welche dem Inneren der Vulkane zugeschrieben werden. Schon Strabo (lib. V. pag. 248 Casaub.) erwähnt der alt-hellenischen Sage, nach welcher Typhon (in der Volksphantasie eine mythische Bezeichnung der unbekannten, tief im Erd-Inneren liegenden Ursach aller Vulkanität) vom Caucasus nach Unter-Italien floh und, unter Sicilien, Ischia (der tyrrhenischen Affen-Insel Aenaria‡) wie unter dem Brandlande bei Puteoli (Dicäarchia) liegend, „Flammen und Gewässer ausstößt, wenn er sich wendet". Wären die Vermuthungen von Carmini Lippi in seiner Schrift über die Frage: fu il fuoco o l'acqua che

---

*) Vergl. meine Ansichten der Natur 3te Ausg. Bd. II. S. 273. Solch eine Erscheinung wie der wolkenbruchartige Regen charakterisirt fast unter allen Erdstrichen das Ende einer Eruption. Da während derselben der Aschenkegel gewöhnlich in Wolken gehüllt ist und da in seiner Nähe die electrischen Regengüsse am stärksten sind, so sieht man Schlammströme, die aus meteorologischen Ursachen entstehen, von allen Seiten herabfließen.

†) Seneca, Quaest. Nat. lib. II. cap. 30: "Aetna aliquando multo igne abundavit: ingentem vim arenae urentis effudit. Involutus est dies pulvere populosque subita nox terruit. Illo tempore ajunt plurima fuisse tonitrua et fulmina, quae concursu aridorum corporum facta sunt, non nubium. — Aliquando Cambyses ad Ammonem misit exercitum: quem arena, Austro mota et more nivis incidens, texit, deinde obruit. Tunc quoque verisimile est fuisse tonitrua fulminaque attritu arenae sese affricantis." Dies sind Meinungen des Asclepiodotus, in denen die Wirkungen der Reibungs-Electricität deutlichst ausgedrückt sind.

‡) Vergl. Kosmos 4. Buch S. 775.

sotterrò Pompei ed Ercolano? nicht 1843 (also 27 Jahre später) von Scacchi vielfach geschwächt worden, so könnte die Tuff-Bedeckung von Pompeji einer gleichzeitigen Wasserbedeckung vulkanischen Ursprungs zugeschrieben werden. Es ist aber nach der Natur der dortigen Bimssteine, von denen unzweifelhaft ein Theil (des Vitruvius pumex Pompejanus) Vor-Plinianisch ist, wahrscheinlicher *), daß der Aschenregen ein trockener war und daß nur dasjenige, was die Keller in den Ruinen von Pompeji erfüllt hat, durch langdauernde und heftige Regengüsse später zugeführt worden ist. Die sehr neue Conglomerat-Formation des Traß im Brohl-Thale giebt auch keinen Beweis dafür, daß Bimsstein und Tuff, welche der Traß enthält, Schlamm-Auswürfen lavagebender Eifeler Vulkane ihren Ursprung verdanken. †)

Der nicht Lavaströme ergießende, aber Bimsstein, Asche und fein zermalmte Lava-Fragmente ausstoßende Vulkan von Guadeloupe, in seinem jetzigen Zustande la Soufrière genannt, hat auf Spalten, die sich am 12. Februar 1836 fast am Fuß des Berges öffneten, eine große Menge schlammigen Wassers ergossen. Mineralien, die in dieser éruption boueuse enthalten waren, sind von Dufrénoy genau untersucht worden. Diese Erscheinung erinnerte nicht bloß an die Anschwellung und schlammartige Trübung aller Bäche während der zunächst vorhergehenden Eruption der Soufrière am 27. September 1797, welcher nach 78 Tagen das große Erdbeben und die Zerstörung der Stadt Cumana folgte; sondern in dem Briefe von Mercier an Biot sur une éruption boueuse du Volcan de la Guadeloupe ‡) wurde auch umständlich einer Beobachtung des Columbus gedacht, der in den ersten Tagen des Novembers 1493 auf seiner zweiten Reise einen mächtigen Wasserstrom, breit wie ein Ochse (golpe de agua tan gordo como un buey), an dem höchsten Pic der Insel „hoch wie vom Himmel" herabstürzen sah. In dem Berichte des Schiffsarztes Dr. Chanca, an die Municipalität von Sevilla gerichtet, in welchem uns die Worte des Admirals wiedergegeben werden, ist aber nicht gesagt, was in dem Briefe von Mercier irrig ||) behauptet wird: que Christophe Colomb reconnut le Volcan à l'épaisse fumée qui s'élevoit de la cime. Der Admiral beschreibt bloß einen Wasserfall; und giebt nicht zu erkennen, daß er den Pic, an welchem er herabstürzt, für einen feuerspeienden Berg hielt. Es bleibt also mit Recht viel Zweifel, ob er Zeuge eines Schlamm-Ausbruchs war, oder ob er einen durch Regengüsse verstärkten Wasserfall, analog dem 500 Fuß hohen Sault du Carbet, zu Gesicht bekam.

Auf dem Festlande des Neuen Continents, dem wir nun von Norden nach Süden folgen werden, sind im alt-mexicanischen Gebiete, obgleich der Orizaba und der Popocatepetl ihre Gipfel hoch über die ewige Schneegrenze erheben und zu vielen Infiltrationen Gelegenheit geben konnten, Wasser- und Schlamm-Ausbrüche in historischen Zeiten nicht beobachtet worden. Die Phänomene, welche bei der Erhebung des neuen Vulkans von Jorullo am 27. September 1759 das Versinken der beiden Bäche de San Pedro und de Cuitimba veranlaßten §), sind nicht mit den größeren Erscheinungen zu verwechseln, welche die alten Vulkane von Guatemala, Quito und Chili dargeboten haben. In dem nördlichen Theile der Vulkan-Reihe von Central-Amerika liegt der abgestumpfte Trachytkegel von Escuintla, der den Pic von Teneriffa und den 5 Meilen in West-Nord-West liegenden Volcan de Fuego bei Acatenango an Höhe übertrifft und dem ausschließlich der

---

*) A. a. O. S. 860; Roth, über den Vesuv S. XLI. Lyell, Principles of Geology 1853 p. 385 bis 396; Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. I. 1858 S. 136.)

†) Kosmos 4. Buch S. 759.

‡) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. IV. 1837 p. 651—654 und 747—749; Kosmos 4. Buch S. 857.

||) Dr. Chanca läßt den Columbus bloß sagen: Llegamos á la isla hácia la parte de una gran montaña que parecia que queria subir al cielo, en medio de la cual montaña estaba un pico mas alto que toda la otra montaña, del cual se vertian á diversas partes muchas aguas. Mas a cerca vidose lo cierto, y era la mas hermosa cosa del mundo de ver de cuan alto se despeñaba é de tan poco logar nacia tan gran golpe de agua. Navarrete, Colleccion de los Viages y Descubrimientos de los Españoles T. I. p. 201.

§) Kosmos 4. Buch S. 798—799.

von Quito fast 6000 Fuß höher liegt als in der Breite des Aetna, so nimmt auch dabei in jenen Cordilleren die Höhe der noch entzündeten Vulkane dermaßen zu, daß, während der 10200 Fuß hohe Aetna noch nicht volle 1300 Fuß senkrecht in die ewige Schneegrenze reicht, der mit Schnee bedeckte Theil der sechzehn- und siebzehn-tausend Fuß hohen Vulkane Cotopaxi, Sangay und Altar de los Collanes noch 2250 F. in senkrechter Höhe mit ewigem Schnee, ja 5500 F. sporadisch mit Schnee bedeckt sind. Von dem Parallel von Sicilien nach dem Parallel von Quito nimmt die Höhe der Vulkane um vieles schneller als die der ewigen Schneelinie zu; auch haben die höchsten Gebirge Europa's sogenanntes plutonisches, unvulkanisches, Granit- oder Gneiß-Gestein. Am Montblanc hat der perpetuirliche Schneemantel fast 6500 F. perpendicularer Höhe: d. i. dreimal mehr als der Cotopaxi, dessen Schneemantel ich nur 2862 F., la Condamine 64 Jahre früher 3000 F. vom Gipfel bis zur unteren Schneegrenze fand. Diese numerischen Betrachtungen sind von großer Wichtigkeit, da die Wasser-Ergüsse der entzündeten Nevados, mit Tuff, Bimsstein und Schlamm gemengt, seit Bouguer und la Condamine *) den mit Schnee- und Regenwasser gefüllten inneren Höhlungen zugeschrieben werden.

Unter den drei Vulkanen der Gruppe von Quito, welche durch Spaltung der Gipfel oder Zertrümmerung der Kraterränder große geologische Catastrophen bezeugen: dem Carguairazo (jetzt nur noch 14700 F. hoch), den beiden schönen Pyramiden von Ilinissa (16362 F.) und dem Capac-Urcu oder Cerro del Altar (jetzt nur noch 16380 F.), welcher einst den Chimborazo überragt haben soll; †) hat sich nur vom Einsturz des Gipfels des Carguairazo durch die Sage und die noch sichtbarsten Spuren das lebhafteste Andenken erhalten. Das Wort „Kothfelder" (lodazales, campos lodosos; von loto, lutum), mit dem man jetzt noch eine Strecke von fast zwei Quadratmeilen am Fuß des Carguairazo bezeichnet, deutet auf die Nässe und Flüssigkeit des Aschenschlammes, welcher sich bei dem Krater-Einsturz in der Nacht vom 19. Juli 1698 ergoß. Auch durch die Luft wurden wie Erdhagel ‡) kleine kugelförmige Massen mit concentrischen, über einander gelegten Schalen geschleudert bis in die Hochebene von Hambato, wo ich sie sammelte und wo man sie dem Carguairazo zuschrieb, während die Stadt Hambato in derselben Nacht 1698 durch Erdstöße ganz zerstört wurde. Als Pedro de Alvarado, einer der Helden in der Expedition von Hernan Cortes, im März 1534 mit einem wohlgerüsteten kleinen Heere von der Küste der Südsee aufwärts nach Quito über Riobamba (Rivecpampa) durch die Puertos nevados (wie es scheint, längs dem südwestlichen Abhange des Chimborazo) verdrang, verlor er einen großen Theil seiner Mannschaft und Rosse: nicht bloß durch Kälte, sondern weil, wie Oviedo sagt ||), Erde vom Himmel fiel, so daß die Respiration gehemmt war und alles erblindete. Dieser Aschenregen wird mit mehr Gewißheit, als mir begründet scheint, einem Ausbruch des Cotopaxi zugeschrieben. Er war vielleicht aus dem damals noch unversehrten, thätigen Krater des Carguairazo selbst ausgestoßen. Brustbeklemmungen sind bei solchen Erscheinungen ebenfalls von den Einwohnern der Stadt Quito gefühlt worden, wenn Aschenregen vom Rucu-Pichincha den Tag daselbst in finstere Nacht verwandelten.

*) Bouguer, Figure de la Terre 1749 p. LXVIII bis LXXIII, auch in den Mémoires de l'Acad des Sciences Année 1744 p. 37 und 269—272; la Condamine, Journal du Voyage a l'Équateur 1751 p. 156—159.

†) Vergl. meine Kleineren Schriften Bd. I. S. 460, 461 und 463; wie die von mir im Atlas (No. IV, V und VII) entworfenen physiognomischen Ansichten.

‡) "Par le mélange de la pluie et des cendres volcaniques il se forme dans l'air les espèces de pisolites à couches concentriques que j'ai trouvées sur le plateau d'Hambato parmi les anciennes éjections du Carguairazo, analogues à ce que les habitans de Quito appellent naïvement *yrêlons de terre* et que Monticelli et Covelli (Storia del Vesuvio degli anni 1821—1823 p. 91—98) on décrit avec beaucoup de sagacité La ville d'Hambato, depuis la Catastrophe du 19. Juillet 1698 jusqu'à celle de Riobamba du 4. Fèvrier 1797, a été détruite 8 fois et toujours reconstruite dans le même site." Humboldt in den Annales de Chimie et de Physique T. XXVII. 1824 p. 125.

||) Weder Oviedo (Hist. de las Indias Parte III. lib. 8 cap. 20), noch Garcilaso, noch Cieza de Leon, der schon im dreizehnten Jahr (also 1531) nach Amerika kam, noch der merkwürdige Brief, welchen Pedro de Alvarado selbst den 15. Januar 1535 an seinen Kaiser über die Expedition nach Quito schrieb und von welchem der vortreffliche Prescot eine Abschrift hat benutzen können, nennen einen bestimmten Vulkan.

der Siluroïden, welche Lacépède **Pimeloden** genannt hat. Die älteste Nachricht vom Auswurf dieser Pimeloden, die mir ein aufmerksamer und wissenschaftlich unterrichteter Beobachter, Juan de Larea, mitgetheilt hat, steigt bis 1691 im Vulkan Imbaburu hinauf. Die der Villa de Ibarra nahen Felder wurden mit todten Fischen gefüllt; und man schrieb bösartige Fieber, welche zu der Zeit ausbrachen, der faulenden, mit Gestank die Luft verpestenden, organischen Masse zu. Noch wenige Jahre vor meiner Ankunft hatte Imbaburu dieselben Schlamm-Ausbrüche, reich an Fischen, geliefert. Aehnliche Erscheinungen kennt man vom Carguairazo, als sein Gipfel 1698 einstürzte, vom Tungurahua und Cotopaxi. Die Fische, welche der letztgenannte Vulkan auswarf, verpesteten die Luft auf den Besitzungen des Marques de Selvalegre, des Vaters meines unglücklichen, theuren Reisegefährten, **Carlos Montufar**. Der Pimelodus Cyclopum — das ist der etwas mythische Name, unter dem ich auf Cuvier's Geheiß die kleine Preñadilla bekannt gemacht habe — ist gar nicht häufig in den Bächen der Cordilleren, und wird doch zu vielen Tausenden ausgeworfen. Das Fischchen, sagt man, sei lichtscheu: weil da, wo man, wie am Imbaburu, eine bleibende Communication zwischen den inneren Berghöhlen und den Gebirgsbächen vermuthet, z. B. am Desague de Peguchi zwischen Otavalo und San Pablo, die Pimeloden nur in sehr dunklen Nächten gefischt werden können. Sie kommen sogar, sagt man, nicht aus dem Berge heraus, so lange der Vollmond über dem Horizont steht. Ueber alle diese Verhältnisse: besonders über die Höhe der Spalten, aus denen der Fisch-Auswurf geschieht, und über die Ursachen, welche die Thierchen zu einer solchen Höhe erheben; fehlt es noch ganz an Beobachtungen. Ich war nur wenige Stunden lang in der Nähe von Imbaburu und Cotocachi, als ich aus der Provinz de los Pastos über die Villa de Ibarra nach Quito kam, und wußte damals noch nichts von einem Phänomen, das in Europa lange Unglauben gefunden hat: wie der Fall der Meteorsteine, wie die Fuß-Eindrücke in Felsschichten und die Existenz des Guacharo, der von mir abgebildeten Steatornis caripensis.

Ich entlehne meinen Tagebüchern absichtlich auch das, was ich durch eigene Ansicht habe weder bekräftigen noch widerlegen können. Erneuerte Veröffentlichung einer bezweifelten wichtigen Erscheinung ist ein sicheres Mittel zu ernster Untersuchung anzuregen, zu unterscheiden: ob durch vulkanische Thätigkeit eine Communication zwischen inneren mit Wasser gefüllten Höhlungen und den äußeren Bächen eröffnet wird, oder ob zu der plötzlichen Tödtung der diesen Bächen ursprünglich eigenen **Prenadillen** die Beimischung heißen oder schwefelsauren Schlammes Veranlassung gegeben habe. Eine solche Untersuchung kann aber nur von Gewicht sein, wenn sie zur Zeit des hier besprochenen Vorfalls selbst oder unmittelbar nach demselben statt findet. Unterirdisches thierisches Leben ist ja auch unvulkanischen Alpengegenden Europa's nicht ganz fremd: da, wo fließende Wasser in langgedehnten Höhlen ihren Ursprung haben.

Eine andere, ebenfalls sehr merkwürdige Erscheinung: die **Ausbrüche** der **Moya**, in sich bewegenden, alles umstürzenden, kleinen Kegeln; verdient hier noch eine besondere Erwähnung, wenn sie auch nur theilweise mit den Vulkanen zusammenhängt. Der berühmte, mir in Spanien eng befreundete Botaniker Cavanilles hat wohl am frühesten der **Moya** oder **Muya** und des furchtbaren, verheerenden Erdbebens von Riobamba am 4. Februar 1797 gedacht.*) Fünf Jahre nach dem großen Ereigniß konnte ich den Schau-

---

coubous: au-dessus de ce lac, p. e. au lac d'Oncet, au pied du Pic de Midi (à 1187ᵗ d'élévation), il n'y a plus de poisson par les 42°½ à 43° de latitude. Le poisson manque là où, comme dans les lacs supérieurs de Néouvielle, les eaux ne dégèlent que durant un mois ou deux. Les poissons ne peuvent vivre dans des lieux où les eaux sont privées de l'influence de l'air atmosphérique."

*) "Miranda in hac catastrophe evenerunt fenomena," sagt der Abad **Cavanilles** in seinem Prachtwerke (Icones Plantarum, quae aut sponte in Hispania crescunt. aut in hortis hospitantur, Vol. V. 1799 Praef. p. II). "Prope Pelileo urbem mons erat mirae magnitudinis *La Moya* nuncupatus, qui oculi ictu ruit, eodemque temporis momento flumen ingens vomit conspurcatae ac fetidissimae aquae quod urbis vestigia penitus delevit, superstitesque cives volutavit arripuit sepelivit." Es gab keinen Berg dort, der Moya oder Cerro de la Moya hieß. Im Texte (S. 902) habe ich die indischen Namen der Gegend, welche ich mit der Boussole aufnahm und zeichnete, mitgetheilt. Nach Cavanilles waren die 3 großen

deckungen war besonders seit dem Jahre 1837 der Einfluß des kleinsten Lebens auf Mischung von Erden und Bildung der Gebirgsarten immer mehr hervorgetreten, und hatte die vulkanischen Aschen, welche Luftströme in großer Ferne fortführen, zu einem wichtigen Gegenstand organischer Untersuchung gemacht. Da nun die Klaproth'sche Mineraliensammlung und mit ihr die von mir gesammelte Moya von Pelileo in das königliche Mineralien-Cabinet zu Berlin überging, so wurde letztere 1846 von meinem sibirischen Reisegefährten, Prof. Ehrenberg, vollständig microscopisch untersucht. Es fanden sich darin 64 namhafte organische Gestalten (14 kiesel- und weichschalige Polygastern, 5 Theile Fichten-Pollen und 45 kieselerdige Phytolitharien: meist Gramineen, welche wohl die Hauptmasse der Kohle darbieten und durch lange Spaltöffnungen der wellenförmig gezahnten Epidermis sich kenntlich machen. Nichts gehört dem Meeresleben zu, und die organische Mischung der Moya beträgt mehr als die Hälfte des Volums. Die Pflanzengewebe sind verkohlt, nicht verrottet. Neben dem sehr vereinzelten Augit und Feldspath zeigen sich hier und da kurzzellige Bimsstein-Theile. Das Ganze schien dem microscopischen Analytiker ein „aus verbrannten Vegetabilien und Wasser gemischter Erdbrei der Oberfläche zu sein, welcher, nachdem er in's Innere eingeschlürft gewesen, (durch vulkanische Kräfte) wieder herausgetrieben wurde."

Die beiden Ausbruchs-Orte der Moya bei Alt-Riobamba und bei Penipe sind vier geogr. Meilen von einander entfernt, Penipe aber ist dem noch thätigen Vulkan Tungurahua um 1¼ Meilen näher als Riobamba. Ich habe einen Plan der Umgegend von Penipe aufgenommen. Die sich bewegenden, fortschreitenden Moya-Kegel sind westlich von den Ruinen von Penipe in einer feuchten Grasebene aufgestiegen, welche die Oeffnung eines hufeisenförmig gekrümmten Gebirgsrücken ausfüllt. Die Oeffnung wird in Norden vom Cerro de Chumaqui, im Süden vom Cerro de Pucara gebildet: beide auf meinem Plane Trapp-Porphyr (Trachyt) genannt. Auch der alte erloschene Vulkan von Imbaburu, südlich von der Villa de Ibarra, über 29 geogr. Meilen im Norden von Penipe, hat im Jahre 1844 eine röthlich aschgraue Moya ausgeworfen, von der mir einige Proben geschickt worden sind. Nach Ehrenberg's Untersuchung enthielten diese 13 Polygastern und, den zehnten Theil des ganzen Volums ausmachende Phytolitharien. In einem Exemplar der Eunotia amphioxys waren noch die grünen eingetrockneten Eierschläuche, einzeln von Glühhitze geschwärzt, zu erkennen. *)

Auch in der Andeskette des südlichen Chili's, in der Breite von 37° 7' S., fast dem Hafen von Talcahuano gegenüber, bietet der Vulkan von Antuco, welchen zuerst Eduard Pöppig und Domeyko geologisch untersucht haben und dessen feurige Ausbrüche und wirkliche Lavaströme vom Sept. 1852 nach der Angabe von Gilliß der englische Reisende E. R. Smith als Augenzeuge beschreibt, das merkwürdige Phänomen von Wasser-Ergießungen dar. †) „Dieser Vulkan," sagt der geistreiche Pöppig, „ist einer von denjenigen, in denen die größeren Eruptionen mit der Ergießung einer Wassermasse von kalter Temperatur endigen. Jeder der Einwohner des Thales, einfache Landleute, deren Bericht zu trauen ist, bezeugen diese Wasser-Ausbrüche. Der letzte, sehr heftige, war vom Jahr 1820. Ein Wasserstrom, welcher aus einer Spalte des Kegels floß, hatte den Boden tief aufgerissen und die Lavabetten klafterhoch mit übelriechendem, rothgelbem Schlamme bedeckt. Ich fand selbst noch acht Jahre später eine tiefe Furche, die bis auf die Hälfte des Vulkans von Antuco reichte und weiter oben mochte verschüttet sein. Am Krater selbst sieht man keine Spur; allein daß aus ihm der Wasserstrom hervorgebrochen sei, behaupten alle Antucaner. Ob jene Wasser- und Schlamm-Ergießungen Folgen der Infiltration der

---

*) Bericht über die Verhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 1846 S. 190.

†) Gilliß, Astronomical Expedition to the Southern Hemisphere (Washington) 1855 p. 4 und 13; Pöppig, Reise in Chile und Peru Bd. I. 1836 S. 427: Domeyko in den Annales des Mines, 4ème Série T. XIV. 1848 p. 187 (Kosmos 4. Buch S 786).

Gletscher sind, oder durch Verbindungen entstehen, welche der vulkanische Heerd mit dem nahen, 1½ geogr. Meilen langen Antuco-See hat, wird kein späterer Forscher leicht entscheiden." Die untere Schneegrenze liegt nach Gilliß in dieser Breite 6200 Fuß hoch, also 2470 Fuß unter dem Gipfelkrater. Ich übergehe das merkwürdige Gemenge von Bimsstein, Obsidian-Körnern, kieselschaligen Polygastern und Pflanzentheilen von dem durch Meyen untersuchten Hügel von Tollo, zwei volle Tagereisen entfernt von dem Vulkan Maypu (34° 17′ S.B.), der selbst nie Bimsstein ausgespieen hat. Dies Phänomen erinnert an die isolirte Position der Bimsstein-Schichten von Guapulo, vom Rio Mayo und von Huichapa, östlich von Queretaro (Kosmos 4. Buch S. 815); und an das analoge von Acangallo bei Arequipa in Peru: die Ehrenberg ebenfalls microscopisch zergliedert hat.*)

Von dem Neuen Continent auf den Alten übergehend, müssen wir zuerst in Europa an die Wasser-Ausbrüche des Aetna's und des Vesuvs erinnern. Die seltsamen Erscheinungen sind mit Recht schon vor einem Jahrhundert (von Magliocco, Braccini und Paragallo) theils Ansammlungen von geschmolzenem Schnee- und Regenwasser in inneren Höhlungen, theils vulkanischen Gewittern in den den Krater umgebenden Luftschichten zugeschrieben worden. Die großen Epochen der Ueberschwemmungen waren für den Vesuv der 17te December 1631, für den Aetna der 9te März 1755. Die Wassermasse, welche an dem eben genannten Tage vom Kegel des Vesuvs herabkam, war so groß, daß, bei Nola, an einigen Stellen die Ueberschwemmung 12 Fuß Höhe hatte. Am 18ten und 31sten December erneuerte sich das furchtbare Phänomen gegen Resina und Ottajano hin. Da der Krater in Wolken gehüllt blieb, so kann man nicht mit Gewißheit entscheiden, was aus ihm überströmte oder dem entstandenen Gewitter zugehörte. Die ausgeworfenen Seemuscheln, Algen und kleinen Fische bleiben sehr ungewiß. Auch 1779 und 1794 werden Schlammströme (mit Rapilli und Sand gemischte Wasser, die lave d'acqua e lave di fango, von Scacchi in seiner Chronologie der Eruptionen aufgeführt.†) Am Aetna brachen am 9. März 1755 die heißen Wasser nicht aus dem Krater, sondern am Fuß des Kegels aus Spalten hervor, und wurden ebenfalls von Mecatti dem geschmolzenen Schnee zugeschrieben. Da ich einen Monat nach der großen Eruption des Vesuvs vom 22. October 1822 den Vulkan mehrmals besucht habe, so kann ich ein merkwürdiges Beispiel von den Täuschungen anführen, zu welchen die Flüchtigkeit der Beobachtung Anlaß giebt. Am 26. October verbreitete sich in der Umgegend des Vesus das Gerücht: ein Strom siedenden Wassers stürze den Aschenkegel herab. Monticelli erkannte bald, daß eine optische Täuschung dieses irrige Gerücht verursacht habe. Der vorgebliche Strom war eine große Menge trockner Asche, die aus einer Kluft in dem obersten Rande des Kraters, wie Triebsand, hervorschoß. Nach einer die Felder verödenden Dürre, welche dem von Lord Minto beschriebenen Ausbruch des Vesuvs vorhergegangen war, erregte gegen das Ende desselben das vulkanische Gewitter einen wolkenbruchartigen, aber lange anhaltenden Regen‡), der gefahrbringende Ueberfluthungen bewirkte.

In dem vulkanischen Theil der Eifel ist die Traß-Bildung wohl nicht Schlamm-

*) Ehrenberg, Mikrogeologie S. 302—306; Meyen, Reise um die Erde Th. I. S 339. Die Breiten der Vulkane von Antuco und Maypu sind dem Werke von Gilliß (Vol. I. p. 13) entlehnt, aber die von dem amerikanischen Astronomen im Texte gegebenen Breiten weichen sehr von denen der angehängten Karten von Pissis und Allan Campbell ab. Nach diesen liegt der Vulkan Maypu in lat. 33° 46′, also einen halben Grad nördlicher.

†) S. die vortreffliche Schrift von Roth: der Vesuv und seine Umgebung 1857 S. XXXIII, 9, 13—15, 70 und 164. Zur Erinnerung an den Ausbruch des Vesuvs am 17. December 1631 ließ der Vicekönig Fonseca y Zuñiga, Graf von Monterey, eine Inschrift in Portici aufstellen, in der die Worte vorkommen: jam, jam erumpit, mixtum igne lacum evomit. Vergl. Antonio Parrino, Teatro de' Vicerè del regno di Napoli 1692 T. II. p. 227. Auch der isländische Vulkan Oeräfa, dessen östliche Kuppe Knapperfelle-jökull heißt, ist wegen seiner Wasserausbrüche bekannt: die aber nach Sartorius von Waltershausen (physisch-geogr. Skizze von Island 1847 S. 108) nur dem plötzlichen Schmelzen von Eis und Schnee zuzuschreiben sind.

‡) S. meine Abhandlung über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in verschiedenen Erdstrichen (Ansichten der Natur 1849 Bd. II. S. 273), wie oben S. 895 und dazu die Anm. *).

Ausbrüchen zuzuschreiben. Die Bimssteine scheinen trocken ausgeworfen zu sein, und die Hauptmasse des Duckſteins ist nach H. von Dechen ein durch Wasser abgesetztes, sehr neues Conglomerat.*) Nach Ehrenberg's rastlosen und scharfsinnigen Untersuchungen der vulkanischen Tuffe am Hochsimmer, im Brohl-Thale, am Backofenstein bei Bell, oder am Laacher See sind überall dort Bimssteine mit Phytolitharien und kieselschaligen Polygastern so innig gemengt, daß an dem uralten geologischen Zusammenhange solcher gefritteter Organismen mit der vulkanischen Thätigkeit wohl kaum zu zweifeln ist. Der von Ehrenberg eingeführte Name der Pyrobiolith-Bildung (vulkanischer Infusorien-Tuff) drückt eine Thätigkeit aus, deren ursachliche Verhältnisse noch in Dunkelheit gehüllt sind, aber durch diesen Umstand selbst die Nähe künftiger Entdeckungen verkündigen.†) Der Charakter von Süßwasser-Bildungen ist der herrschende in diesem Gebiete; doch sollen nach Ehrenberg's microscopischer Untersuchung die in Patagonien von Darwin gesammelten Erdschichten ausnahmsweise „einen vulkanisch verarbeiteten Meeresboden"‡) erkennen lassen.

Zu der, dem westlichen Amerika gegenüberstehenden, östlichen Küste Asiens übergehend, gedenken wir zuerst in der Vulkan-Reihe der Halbinsel Kamtschatka der heißen Wasser-Ausbrüche zweier noch entzündeter Vulkane, des Awatscha und Kliutschewsk.||) Adolph Erman und Postels schreiben diese Schlammströme ebenfalls nur dem während der Lava-Ergießungen geschmolzener Eise und mit Asche (Rapilli) gemengtem Schnee zu. In dem Drei-Inselreiche Japan finden sich auf der nördlichsten Insel Kiusiu, westlich vom Hafen Simabara, Koth-Vulkane, die schwarzen Schlamm ausspeien, ähnlich denen von Taman auf der Halbinsel Apscheron; aber das wichtigste, recht eigentlich hierher gehörige Phänomen ist die Erhebung des großen Kegelberges Fusijama auf Nipon, welcher aus dem durch eine Bodenversenkung eines großen Landstrichs in der Provinz Umi-siu neugebildeten großen See Mitsu Umi sich auf einmal erhoben haben soll, 286 Jahre vor unserer Zeitrechnung.§) Leider bleiben die näheren Umstände dieser See-Entstehung wie der Berg-Erhebung in historisches Dunkel gehüllt. Ernsthafte Untersuchungen der Oertlichkeit, von einem wissenschaftlichen Reisenden, würden selbst in der Jetztzeit noch einiges Licht über diese Erhebung wie über die des Vulkans von Taal¶) auf Luzon verbreiten können.

Unter den 48 Vulkanen der Insel Java, von denen die Hälfte gegenwärtig entzündet ist, haben zwei durch ihre Schlamm-Ausbrüche selbst in diesem Jahrhundert sich eine große Berühmtheit erworben, der Idjen und der Gelunggung. Der erstere hat am Kratersee Kawah Idjen 7265: im östlichsten Theile**), als Merapi Idjen, 8065 Fuß; der

*) Kosmos 4. Buch S. 759.

†) Ehrenberg in dem Bericht über die Verhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1844 S. 324—344, 1845 S. 133—139 und 150—158, 1846 S. 133—158.

‡) Ehrenberg a. a. O. 1844 S. 145.

||) Lütke, Voyage autour du Monde T. III. p 67 und 79—82; Kosmos 4. Buch S. 825—826; Adolf Erman, Reise um die Erde Bd. III. S. 371, 377 und 539.

§) Klaproth und Stanislas Julien in meiner Asie centrale T. II. p. 543; Léopold de Buch, Iles Canaries p. 442.

¶) Kosmos 4. Buch S. 763.

**) Ich erinnere, daß es drei Vulkane mit Namen Merapi (in dessen hinterem Theile man das malayische Wort âpi Feuer vermuthen sollte) giebt, deren einer auf Sumatra (8980 Par. Fuß) und zwei auf Java liegen: der Merapi bei Dschogyakarta (8640 Fuß) und am östlichsten Ende der Insel der Merapi-Idjen, ein kraterloser höchster Gipfel (8065 Fuß) des großen Vulkans Idjen; Junghuhn, Java 1. Abth. S. 69. (Im Profil II ist Merapi-Idjen zu 8500 Fuß angegeben, Kosmos 4. Buch S. 791.) Die Schlamm-Vulkane von Java, unter welchen der von Purunwadadi, nahe bei den iod- und bromhaltigen Wassern von Kumu, durch die von Ehrenberg aufgefundenen Polygastern und Phytolitharien berühmt geworden ist (Verhandlungen der Akademie der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1855 S. 574, und Junghuhn Java Abth. II. S. 275), haben, nach dem Zeugniß des eben genannten großen Naturforschers, sehr wahrscheinlich jene wunderbaren, theilweise gestielten und geschwänzten, hohlen Kügelchen und Eisenblasen hervorgebracht, die am 14. November 1856 auf dem Schiff Josika Bates 60 geogr. Meilen südöstlich von der Insel Java in der Südsee als Meteorstaub aufgesammelt wurden. Ganz ähnliche hohle Kügelchen sind auf der Halbinsel Apscheron (Baku) nach Lenz bei dem großen Flammen-Ausbruch der Salse von Baklichli am 7. Februar 1839 als vulkanische Asche ausgestoßen worden. (Eichwald in Humboldt's Asie centrale T. II. p. 513: "Il fut lancée dans l'air une prodigieuse quantité de petites sphères creuses, semblables à la menue dragée avec laquelle on tue les petits oiseaux" Kosmos 4. Buch S. 745; Ehrenberg in den Monatsberichten der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1858 S. 2—10.)

Gelunggung wird zu ohngefähr 6000 Fuß Höhe geschätzt. Der Idjen, welchen Leschenault de la Tour schon 1805 besucht hatte, gab am 6. Januar bis 11. Februar verheerende Schlammströme (Meteorwasser mit vieler ausgeworfener Asche vermengt.*) Am Gelunggung hat der Schlammstrom vom 8. October 1822 allerdings nur 5 Stunden gedauert, und dennoch haben seine Verwüstungen nach officiellen Berichten gegen 4000 Dorfbewohnern das Leben gekostet.†) Von feurigen Ausbrüchen aus dem Krater war nichts gesehen worden; aber Blitze durchkreuzten das dunkle Gewölk, welches den Gipfel umgab: sichere Anzeigen dessen, was ich vulkanisches Gewitter nenne. Die dickeren Theile des Schlammes wurden durch die Luft geschleudert vom Gipfel des Gulunggung bis jenseits Tji-Tandui, in einer geradlinigen Entfernung von 48000 Fuß, also mehr als 2 geographische Meilen. Einige dem Vulkan nahe liegende Dörfer litten weniger, weil der heiße Schlamm über sie wegflog. Um in diesen Erscheinungen den Ursprung des Wassers und des Schlammes zu erklären, erinnert Junghuhn mit vielem Scharfsinn, daß da, wo solche Ausbrüche erfolgen, sich Kraterseen befinden; und daß, wo diese fehlen, man nur trockene oder feurige Stoffe von den vulkanischen Kegeln als wirkliche Lavaströme, oder als unzusammenhangende, glühende Schlackenmassen, oder als bloße, nicht erwärmte Trümmerzüge (vereinzelte Felsblöcke) herabkommen sieht. Von den 18 Kraterseen, welche die Insel Java besitzt, enthalten 7 süßes, helles, trinkbares Wasser, weil sie in ganz ausgebrannten Vulkanen liegen; in 11 andern ist das Wasser mit freier Schwefelsäure oder mit aufgelöster schwefelsaurer Kali-Thonerde gemischt. Alle diese Wasser haben einen atmosphärischen Ursprung und die Säurung geschieht durch vulkanische Dämpfe. Von geschmolzenem Schnee und Eis, die in den Cordilleren, selbst dem Aequator nahe, eine so wichtige Rolle spielen, kann hier keine Rede sein, da auf Sumatra und Java die höchsten Gipfel, der Indrapura und der Semeru, nur 11500 und 11480 Höhe erreichen und also 3000 Fuß unter der Grenze liegen, welche man in dieser Breite dem ewigen Schnee zuzuschreiben berechtigt ist. „Bei allen diesen Erscheinungen", sagt Junghuhn wohl mit Recht, „ist kein Wasser in tropfbarem Zustande aus dem Heerde der Vulkane ausgeworfen worden; der Krater hat nur Dämpfe und Asche geliefert: während das flüssige Wasser, welches das umliegende flache Land überströmte, erst durch die Verdichtung der Dämpfe in den kälteren Luftschichten gebildet wird und sich zu dem gesellt, welches die Kraterseen hergeben. Die Schlammströme des Gelunggung, welche sowohl scharfeckige, selten poröse oder schlackige Blöcke, als auch trachytische Felstrümmer von 4 bis 7 Fuß Durchmesser mit sich führen, haben durch ihren Absatz eine Gestaltung der Bodenfläche veranlaßt, welche in hohem Grade die Aufmerksamkeit des Hydraulikers und des Geognosten auf sich zu ziehen verdient." Dies Phänomen, sehr genau beschrieben und durch eine Zeichnung erläutert, ist 1822 am Gelunggung durch einen Schlammstrom bewirkt, der von einem Vulkan aus 3590 Fuß Kraterhöhe herabstürzte. Die entstandenen Trümmerhügel sind keineswegs selbst vulkanischen Ursprungs oder durch unterirdische Thätigkeit hervorgebracht, wie die zahllosen geöffneten oder ungeöffneten kleinen conischen Hügel, welche so viele Vulkane umgeben und nur zu allgemein Ausbruch-Kegel genannt werden. Auf der ganzen Insel Java selbst findet man nur etwas analoges am Vulkan Gunung Guntur, der isolirte Hügel von 20—30 Fuß Höhe und flach-hemisphärischer Form, aus Steintrümmern und Sand zusammengesetzt, doch weniger regelmäßig gereiht, darbietet.‡) Die Schlammströme der Vulkane Kelut und Tangkuban lassen sichtbare Spuren ihrer Verheerung, aber keine conische Hügel. Außerhalb der Insel Java ist wohl nirgends das von Junghuhn beschriebene Phänomen wiederholt.

Nach einer mäßigen Schätzung steigt am Gelunggung die Zahl der gereihten Hügel,

*) Junghuhn, Java, seine Gestalt u. s. w. Abtheil. II. S. 707—709.

†) A. a. O. S. 111—115 und 119—131.

‡) A. a. O. S. 391.

von 40 Fuß Höhe und 200 Fuß mittleren Durchmessers an der Grundfläche, wenigstens auf 15000. Der größere Theil davon, etwa ¾, ist gereiht, fast einerlei Richtung auf einer Länge von 24000 Fuß bewahrend. Diese Länge ist aber kaum ⅓ der Erstreckung von 3½ geogr. Meilen, welche die Reihen aus älteren Aus[illegible]rüchen, reichlich mit Vegetation bedeckt, erreichten. Die Erklärung, welche gebildete Javanesen als Augenzeugen von dieser Aneinanderreibung so einförmiger conischer Hügelgestaltungen geben, ist wohl nicht ganz befriedigend. Sie behaupten, daß, wie auf einer Ebene von nur 2° Neigung in Flüssen trüben Wassers sich ein horizontaler Niederschlag da bildet, wo die Geschwindigkeit der Strömung dieselbe bleibt; so durch eine Stauung bei Hindernissen und durch eine plötzliche Abnahme der früheren Geschwindigkeit große Blöcke (Felstrümmer) niederfallen müßten, die den Kern jener hemisphärischen oder glockenartigen Hügel (Steinberge) bilden. Die Regelmäßigkeit ihrer Gestalt werde durch die zugleich oder später niederfallende Erde, welche auf allen Seiten abrollt, bestimmt. Niederschläge aus dem Schlammstrome wären also die Veranlassung der ganzen Erscheinung. Ich muß bemerken, daß wellenartige Dünenreihen, bisweilen durch Querthäler in rundliche Hügel getheilt, wie sie Forchhammer im Norden von Europa so vortrefflich beschrieben hat und wie ich sie in der jetzt wasserlosen caspischen Senkung zwischen Sarepta und Astrachan gesehen, nichts mit der hier beschriebenen Erscheinung gemein haben; mehr erinnert sie durch das Absetzen der fortgeschleppten Trümmer an den dicken rothen Schlammstrom des Bergsturzes (Bergschlipfen) bei Wäggis am Rigi, entstanden am 15. Juli 1795, oder an die Trümmerfluth vom 16. Juni 1818 aus dem Bagne-Thal in der Schweiz.

Merkwürdige Schlamm-Auswürfe, wie behauptet wird, mit wirklichen Fragmenten von Schwefelkies gemengt, geben auch die kleinen Vulkane der Inseln Ramri und Cheduba (letzterer in lat. 18° 52′) an der Küste von Arracan, im östlichen Theile des bengalischen Meerbusens.*) Der Schlamm, welchen die geologische Gesellschaft von Calcutta an Ehrenberg 1846 zur Untersuchung sandte, hatte die Consistenz eines silbergrauen, fetten plastischen Thones, und enthielt Polythalamien, Phytholitharien und vorherrschend (wie in den patagonischen Littoral-Gebirgslagern) kalkschalige Meerwasser-Organismen: also wieder andeutend einen Verkehr zwischen vulkanischer Thätigkeit und einst lebenden Gebilden der Foraminiferen. †)

So zweifelhaft und unaufgeklärt, als lange die verschiedenen Ursachen der sogenannten vulkanischen Wasser-Ergießungen gewesen sind, eben so problematisch ist auch geblieben die Existenz von wirklichen Flammen-Erscheinungen während der Ausbrüche: sei es aus den Gipfel-Kratern, oder aus Spalten am Abhang der Vulkane, oder aus kleinen Auswurfs-Kegeln. In dem allgemeinen Naturgemälde ‡) habe ich, was man bei Schlacken- und Rapilli-Auswürfen als Flammen beschreibt, wie den Lichtglanz rother Gluthwolken, nicht brennendem Wasserstoff-Gas zugeschrieben, sondern als Licht-Reflexe gedeutet, die theils von hochgeschleuderten geschmolzenen Massen ausgehen, theils auch Wiederscheine sind, von denen aus der Tiefe aufsteigende Dämpfe erleuchtet werden. Dieses Läugnen wirklicher Flammen gründete sich auf die Meinungen vielerfahrener und scharfsichtiger Beobachter: von Spallanzani, Monticelli, de la Beche, Dana ||) und Poulett Scrope. Solchen negativen Erscheinungen stehen aber wichtige Zeugnisse entgegen: die von Pilla, in einer eignen, wichtigen Abhandlung aufgestellt §); von Leopold von Buch,

---

*) Kosmos 4. Buch S. 838; Ritter, Erdkunde von Asien Bd. IV. Abth. 1. S. 333; Lyell, Principles of Geology 1853 p. 351 und 494.

†) Ehrenberg in den Verhandl. der Berl. Akad. 1846 S. 172 und in den Tafeln zur Mikrogeologie 1854 Tab. 38 no. 23.

‡) Kosmos 1. Buch S. 122—123.

||) Dana (United States' Explor. Exped. Vol. X. p. 184) läugnet, sich auf Augenzeugen berufend, alle Erscheinungen von Flammen bei den großen Eruptionen des Lavapfuhls von Kīauea; "Flames as actually seen were called in to give vividness to the description" (Kosmos 4. Buch S. 840).

§) Discorso sopra la produzione delle flamme ne' Volcani e sopra le consequenze che se ne possono trarre, 1843: theilweise übersetzt in Roth's Schrift über den Vesuv und die Umgebung von Neapel 1857 S. 350.

erklären, die man bei Erscheinung neuer Inseln aus dem Meere will haben aufsteigen sehn, ehe noch der gehobene vulkanische Meeresboden der Oberfläche nahe war.

III.

Reihung der Gebirgsarten, durch welche die vulkanische Thätigkeit zerstörend, bildend und umwandelnd gewirkt hat und noch zu wirken fortfährt, unterseeisch und in der jetzigen Feste. Innere Gestaltung oder räumliche Individualisirung (Gewebe) und mineralogische Zusammensetzung. (Constante Association gewisser einfacher Mineral-Species.) — Altersfolge: aus der Auflagerung, dem Durchbruch, oder aus dem Inhalte versteinerter Organismen (Fossilien) aus dem Thier- und Pflanzenreiche geschlossen. — Formationen; periodisch alternirende Wiederkehr derselben Schichten. — Geognostischer Horizont. — Vier Entstehungs-Formen der Gebirgsarten: a) endogenes oder Eruptions-Gestein, plutonisches und in engerem Sinne vulkanisches genannt; b) exogenes oder Sediment-Gestein; c) metamorphosirtes; d) Conglomerate und Trümmergestein.

(Erweiterung des Naturgemäldes: Kosmos 1. Buch S. 128—152.)

Die ältesten geognostischen Betrachtungen, zu denen wir, die religiösen Traditionen der Völker ausschließend, aufsteigen können, lassen sich in dem dauernden Reflex wiedererkennen, den sie auf die Benennungen ausgeübt haben, welche man in der Wissenschaft bis zu der neuesten Zeit großen Abtheilungen der Gebirgsmassen gegeben hat. Die bleibenden Spuren der Umwandelungen, welche im Lauf der Jahrtausende die trockne, dem Menschen bewohnbare Feste erlitten hat; die Ansicht von Versteinerungen von Meercorallen (s. g. Fossilien) in den Steinbrüchen von Syracus, ja von Fischen im Marmor von Paros: leiteten bei den Hellenen Xenophanes von Kolophon (Ol. 60) und die eleatische Schule auf die Verallgemeinerung der Ansicht, daß die ganze Erdrinde früh vom Ocean bedeckt war.*) Strabo, aufmerksam auf die oft veränderten Grenzen zwischen Meer und Land, dachte sich nicht bloß viele kleine und große Inseln, sondern auch ganze Continente aus dem Meere durch Anschwellung und Erhebung seines Bodens emporgestiegen.†) Apulejus von Madaura schrieb die Muschel-Versteinerungen, die er in Nord-Afrika in den gätulischen Gebirgen sammelte, der Deucalionischen Fluth zu: welche er demnach eben so allgemein glaubte als die Hebräer die Noachidische und die Mexicaner im Azteken-Lande (Anahuac) die Fluth des Coxcox.‡) Entgegengesetzt diesen alten Zeugnissen neptunischer Sedimentbildungen, hatten sich gleichzeitig und vielleicht noch früher der typhonische Caucasus-Mythos und die Idee des Pyriphlegethon als der gemeinsamen Quelle der vulkanischen Thätigkeit wie der Entstehung aller Brandländer verbreitet. Die Laven (οἱ ῥύακες) und vulkanischen Schlacken, alle Feuerströme, „wo auf der Erde sie sich finden mögen," sind Theile des Pyriphlegethon. Typhon, der tobende Enceladus, ist in griechischer Volksphantasie eine Bezeichnung des Centralfeuers: einer unbekannten, im Inneren der Erde liegenden Ursach vulkanischer Erscheinungen. Man erkannte den räumlichen Zusammenhang einzelner vulkanischer Systeme: von der Pithecusischen Insel Aenaria (Ischia) bis Cumä (Phlegra) und Sicilien; die Abhängigkeit einer gewissen Classe der Erdbeben in Griechenland von den Lava-Ausbrüchen des Aetna, welche das innere Pneuma (die Kraft der Dämpfe, die man mit der des unterirdischen Windes verwechselt) veranlaßt.||) Der Glaube an das Centralfeuer wird auch im 3ten Jahrhundert von dem heil. Patricius, Bischof von Pertusa, in seiner Erklärung der heißen Quellen bei Carthago deutlich ausgesprochen, indem

---

*) Kosmos 1. Buch S. 137.

†) Strabo lib. I. pag. 51 und 54 (Kosmos 2. Buch S. 289).

‡) Apuleji Opera omnia rec. G. F. Hildebrand T. II. (1842) p. 534: "eo in tempore, quo me non negabunt in Gaetuliae mediterraneis montibus fuisse, ubi pisces per Deucalionis diluvia reperientur." (De Magia liber cap. 41.) Vergl. Kosmos 2. B. S. 288.

||) Kosmos 1. Buch S. 123, 4. Buch S. 744.

[illegible]

[illegible]

digen stratigraphischen Werke: de solido intra solidum naturaliter contento 1669, unterschied zum ersten Male die Gebirgsarten, welche keine Spuren eingeschlossener organischer Reste darbieten und die er deshalb für die ältesten Formationen hielt, von den jüngeren Schichten: deren jede einzelne er aus einer darüber stehenden Flüssigkeit abgesetzt (niedergeschlagen) nennt ("turbidi maris sedimenta sibi invicem imposita" sind Steno's Worte). Diese Sedimente waren nach ihm ursprünglich alle horizontal; und erst in der Folge senkrecht aufgerichtet, oder unter verschiedenen Fallwinkeln geneigt durch den Einfluß ausbrechender Dämpfe, welche die Centralwärme (ignis in medio terrae) erregt, oder durch Nachgeben zu schwach unterstützender unterer Schichten. Leibnitz dagegen, in seiner vulkanischen Protogaea*), erklärt die Neigung der horizontal abgesetzten Schichten gegen den Horizont durch die Existenz unterirdischer Höhlen und den Abfall in dieselben. Der scharfsinnige Botaniker Fabius Colonna zu Neapel und Steno zu Florenz waren die ersten, die unter den fossilen Schaltthieren unterschieden: welche ursprünglich dem Meere, welche dem Wasser angehört haben.

Es ist eine historische Frage wohl nicht zu übergehn, die ich kaum je berührt, ja noch weniger mit Sicherheit gelöst finde. Zu welcher Zeit ist in dem Latein des Mittelalters oder in den romanischen Sprachen das Wort Vulkan zuerst für feuerspeiende Berge gebraucht worden? Bei denen auf Lemnos und Hiera, auf Sicilien und in Unteritalien wird im Alterthum allerdings immer an Hephästus (Vulkan), nicht an Pluto, gedacht. Plinius lib. III. no. 92 Sillig) sagt im allgemeinen von den Aeolischen Inseln: "Hephaestiades a Graecis, a nostris volcaniae dictae." Hephaestii montes finden wir ebenfalls in Lycien; Vulcani domus nennt Virgil die Insel Lipara; dagegen sind, wie wir schon oben berührt haben, die Plutonien heiße Dampfhöhlen, Eingänge zum Hades, oft mit Charonien verbunden. (Strabo lib. V. p 244, XII. p. 579, XIII. p. 629, XIV. p. 636 und 649.) Ortsnamen, dem Pluto heilig, sind sehr selten. Doch wird in einem Scholion des Proclus †) bei der Mythe der Atlantis eine der Inseln des äußeren Meeres dem Pluto geheiligt genannt.

Wenn nun aber auch im Alterthum unbestreitbar der Begriff feuerspeiender Berg an den des Vulcan geknüpft war, so wurde eine solche Verknüpfung sprachlich (s. oben S. 60—61) doch immer nur als Werkstätte des Feuergottes, als ein ihm geweihter Ort bezeichnet. Der Uebergang des Namens des Feuergottes zu allen entzündeten Bergen gehört dem späteren romanischen Mittelalter. In dem 7ten Bande des 1819 bis 1826 zu Bologna herausgegebenen großen Dizionario della lingua italiana wird (pag. 406) zu der Bedeutung von vulcano als feuerspeiender Berg unter den Belegen auch die Stelle von Giovanni Bottari angegeben: Montagne gettanti fuoco, che prima da' Naviganti Portoghesi e poi comunemente da tutti Vulcani le appellarono. Allerdings waren die kühnen catalanischen Seefahrer unter Anführung von Don Jayme Ferrer schon 1316 an den Rio de Ouro (Br. 18° 40'), weit südlich vom Cabe de Non; wie 1365 nach dem Berichte von Villaut, Sieur de Bellefonds, französische Seefahrer von Dieppe bis nach Sierra Leone (Br. 8° 30') und der afrikanischen Goldküste gelangt: aber diese Expeditionen im vierzehnten Jahrhundert, auf welchen die Vulkane der canarischen und capverdischen Inseln gesehen wurden, stehen vereinzelt da; erst im funfzehnten Jahrhunderte, als Jean de Bethancourt 1403 einen Theil der Canarien eroberte, als durch die lange andauernden Bemühungen des Infanten Dom Heinrich, Herzogs von Viseo, die berühmte Navigations-Akademie zu Terça (Villa do Infante in Algarbien) 1418 gestiftet, der vulkanreiche Archipel der Azoren 1432 entdeckt und eine lange Reihe von Seefahrten längs der Westküste von Afrika eröffnet wurde, in welcher die von Alvise Ca da Mosto 1454 nach der Mündung des Senegal und Diego Cam (Cao) mit Martin Behaim 1484 bis 1486 die wichtigsten waren;

*) Kosmos 2. Buch S. 380.
†) Humboldt, Examen critique de l'histoire de la Géographie T. I. p. 176.

Hephstäus oder des Vulcan genannt. Der Uebergang von dem Namen des
meisters in allen Künsten, welche der Hülfe des Feuers bedürfen, auf
Werkstätte, auf den Berg selbst, geschah, wie wir bald zeigen r
lateinischen oder vielmehr romanischen Periode des Mittela.
hier noch zu bemerken, daß der Name des Gottes des Reichth.
Sohns des Jasius oder Ἰασίων und der Demeter, älter ist als die
(Πλούτων) für Hades, den Herrscher der Unterwelt.*)

Es ist eine glückliche Folge des wissenschaftlichen Forschungsgeistes
Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, in den Z
deckungen von Amerika, in Italien: dem baulustigen, gewerbthätigen
reichen Lande, ausbrach: daß dort die frühesten geologischen Betrachtu
folge von Sedimentschichten zugewendet wurden, und im allge
zu Resultaten führten, die mit denen unserer jetzigen Geologie merkwür
Umgebung und locale Verhältnissen üben oft einen erkennbaren und dau
die Richtung und Entwickelung einzelner Wissenschaften aus. Ich habe f
gen Blättern, welche ich der Geschichte der Weltanschauung
der scharfsinnigen Naturbeobachtungen erwähnt, die sich dem alles umfassen
Leonardo da Vinci†) darboten bei Eröffnung von neuen Steinbrüche
legung von Canälen, die das lombardische Schuttland und die Tertiärschichte
ten; dem Girolamo Fracastoro beim Anblick der Steinbrüche um Veron
Citadelle von S. Felice, und der an fossilen Fischen so reichen Gesteinschichten
Bolca; der vereinten Kräfte des englischen Arztes Martin Lister und des
dänischen Anatomen Nicolaus Steno (Stenson) am großherzoglichen Hofe von
Lister sprach schon aus‡), daß jede Gesteinschicht durch eigene Fossilien charakterisir
daß aber trotz großer Form-Aehnlichkeiten doch die Producte der jetzigen Meere bei g
rer Vergleichung sich ganz verschieden von den fossilen, die er aufgefunden, zeigten.
zu beklagen, daß diese richtigen Naturansichten bei dem geistreichen Manne, der auch
unbestrittene Verdienst hat, schon im Jahr 1681 den ersten Vorschlag gemacht zu habe
geognostische Karten von England entwerfen zu lassen, durch wunderliche, ganz naturwidrig
Hypothesen über den Proceß der Versteinerung und die plastischen Naturkräfte verunstaltet
wurden. In den wichtigen posthumous Works von Robert Hooke ist dagegen das Un-
philosophische einer solchen Annahme von Naturspielen und der sogenannten Na-
turversuche||), organische Gebilde im Reiche der Fossilien nachzuahmen, siegreich ent-
wickelt; auch zum ersten Male die, damals den Theologen sehr verhaßte Lehre von unter-
gegangenen Thiergeschlechtern aufgestellt. Steno§), in seinem merkwür-

---

*) „So weit meine Nachforschungen reichen," sagt Böckh, „kann man keineswegs beweisen, daß die Benennung Πλούτων für Hades älter ist als die Annahme des Gottes Πλοῦτος; vielmehr scheint es wirklich umgekehrt. Plutos, der Sohn der Demeter und des Jasios, erscheint schon in Hesiod's Theogonie v. 969 auf dreimal umackertem Felde im fruchtbaren Creta (also deutlich in Beziehung auf den Ackerbau, der den Reichthum giebt). Auch im Homerischen Hymnus auf Demeter (v. 489 ed. Herm.) kommt Plutos als Gottheit vor."

†) Vergl. Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci 1797 § 5 no. 124.

‡) Philos. Transact. Vol. VI No. 76 (Jahr 1671) pag 2283.

||) Die fälschlich so genannten Naturspiele (Adler-Augen: Brillen-, Nieren-, Knollen- und Zungen-Steine) sind unter dem Namen von Morpholithen-Bildungen ein Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen meines scharfsichtigen Freundes Ehrenberg gewesen. Nach ihm sind diese Bildungen, zu denen auch die Absonderung des Basalts in gegliederte Säulengruppen gehört, amorphe, unorganische, den Krystallen völlig unähnliche: aber eben so wie diese gesetzmäßige Formen mit Bildungs-Achsen und krummen Flächen, und daher mit den organischen sich nähernden Formen. Die von Ehrenberg 1839 mit dem Namen Morpholith belegten Bildungen sind oft irrig mit Mollusken und Polythalamien verwechselt worden. (Vergl. Ehrenberg in dem Bericht über die Verhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1840 S. 136, wie im Atlas der Mikrogeologie 1854 S. 30 Tab. 40.)

§) Nicol. Steno de solido intra solidum contento 1669 pag. 2, 17, 28, 63, 69 fig. 20—25. Der berühmte Däne Niclas Stenson, geboren 1638, war erst Leibarzt des Großherzogs von Toscana, dann Professor der Anatomie in Kopenhagen: und als er zum katholischen Glauben überging, wurde er, nach Florenz zurückkehrend, als apostolischer Vicarius mit dem Titel eines Bischofs von Titiopolis, Erzieher eines Sohnes von Cosmo III.

bigen stratigraphischen Werke:
schied zum ersten Male die G
Reste darbieten und die er
jüngeren Schichten: deren
(niedergeschlagen) nennt ("
Werte). Diese Sedim
der Folge senkrecht aufgerich
fluß ausbrechender Dämpfe,
durch Nachgeben zu schwach
vulkanischen Protogaea*),
den Horizont durch die Eri
scharfsinnige Botaniker Fal
ersten, die unter den fossil
welche dem Wasser angehö

Es ist eine historisch
weniger mit Sicherheit
Mittelalters oder
zuerst für feuersp
nes und Hiera, auf Sic
Hephästus (Vulkan)
im allgemeinen von den
dictae." Hephaestii
gil die Insel Lipara,
heiße Dampfhöhlen,
lib. V. p 244, XII.
Pluto heilig, sind seh
der Atlantis eine der

Wenn nun aber au
des Vulcan gefüh
60—61) doch immer
bezeichnet. Der Ueb
hört dem späteren
Bologna herausgege
der Bedeutung von
Giovanni Botta
Portoghesi e poi
kühnen catalanischen
den Rio de Ouro
richte von Villaut,
Leone (Br. 8° 30′) ... 1316 an
zehnten Jahrhunderts nach Sierra
sehen wurden, ... itionen im vier-
court 1403 einen ... Jean de Bethan-
gen des Infanten ... Bemühun-
zu Terça (Villa ... gations-Akademie
Azoren 1432 entdeckt ... Archipel der
eröffnet wurde, in ... Westküste von Afrika
gal und Diego Cam ... Mündung des Sene-
wichtigsten waren;

* Kosmos 2. Bd
†) Humboldt, Exa

in Teje
tstehung,
Mere an
nfänglic
In der G
hat, in der
chsels in den
nits und andere
825 und 1826:
mos beschäftigt w
ahl der Granite,
ntgegengesetzten Cha
30). Wir finden
ie der Schwei
haltige Glimmerschiefer,
rien unkrystallisirten Lias
ca und nach Studer am
ch in den Pyrenäen im
ei St. Martin de le Gu jü
im nördlichen Asien am obere
llock, Dechen und Murchison
den nahen Conglomeraten (G
Syenit auf Lias aufgelagert;
tigen Granits, der den Kalkstein
Canzacoli in salinischen Marmor
rites bei Weinböhla und Hohnstei
ach Naumann und Cotta jedenfalls
nites über die Schichten der Kreide
Für eine neue Bildung des Granits al
ation nach der Kreide zeugen. Dagegen
Strehla entstehenden für eine jüngere Bil
enzenden Schiefern: gerade wie in Sch
aren Einschlüsse von Pläner im

eigentliche Ausbildung entstanden, s. Kosmos ... S. 129. Wenn gleich dieses Buch erst 16 Jahre ... meiner sibirischen Expedition, ... erschien, so wurd... doch die Vorlesungen über die physische Weltbeschreibung, aus denen das Werk vom Kosmos entstanden ist, ... der Berliner Universität schon im November 1827 gehalten; ja schon 1825 wurden, in dem Tableau des formations de l'Amérique méridionale, im 3ten Bande des Voyage aux Régions équinoxiales p. 251, Granit, Gneiß und Glimmerschiefer aufgeführt als terrains vulgairement appelés primitifs, mit dem Beisatz: "se vanter d'une stabilité d'opinion en Géologie, c'est savoir rester stationnaire au milieu de ceux qui avancent."

†) Einen bestimmten ganz ähnlichen Ausspruch ... Studer's vortrefflichem Lehrbuch der physik... ie und Geologie 2te Ausg. 1847 ... Sir Charles Lyell, Man... —593. Kosmos I. ...

Hephstäus oder des Vulcan genannt. Der Uebergang von dem Namen des Werkmeisters in allen Künsten, welche der Hülfe des Feuers bedürfen, auf das Local der Werkstätte, auf den Berg selbst, geschah, wie wir bald zeigen werden, erst in der letzten lateinischen oder vielmehr romanischen Periode des Mittelalters. Zugleich ist auch hier noch zu bemerken, daß der Name des Gottes des Reichthums, Plutos (Πλοῦτος), Sohns des Jasius oder Ἰασίων und der Demeter, älter ist als die Benennung des Pluton (Πλούτων) für Hades, den Herrscher der Unterwelt.*)

Es ist eine glückliche Folge des wissenschaftlichen Forschungsgeistes gewesen, der seit dem Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, in den Zeiten der ersten Entdeckungen von Amerika, in Italien: dem baulustigen, gewerbthätigen und versteinerungsreichen Lande, ausbrach: daß dort die frühesten geologischen Betrachtungen der Lagerungsfolge von Sedimentschichten zugewendet wurden, und im allgemeinen damals schon zu Resultaten führten, die mit denen unserer jetzigen Geologie merkwürdig übereinstimmen. Umgebung und locale Verhältnissen üben oft einen erkennbaren und dauernden Einfluß auf die Richtung und Entwickelung einzelner Wissenschaften aus. Ich habe schon in den wenigen Blättern, welche ich der Geschichte der Weltanschauung widmen konnte, der scharfsinnigen Naturbeobachtungen erwähnt, die sich dem alles umfassenden Genius von Leonardo da Vinci†) darboten bei Eröffnung von neuen Steinbrüchen und bei Anlegung von Canälen, die das lombardische Schuttland und die Tertiärschichten durchschnitten; dem Girolamo Fracastoro beim Anblick der Steinbrüche um Verona unfern der Citadelle von S. Felice, und der an fossilen Fischen so reichen Gesteinschichten des Monte Bolca; der vereinten Kräfte des englischen Arztes Martin Lister und des berühmten dänischen Anatomen Nicolaus Steno (Stenson) am großherzoglichen Hofe von Toscana. Lister sprach schon aus‡), daß jede Gesteinschicht durch eigene Fossilien charakterisirt werde; daß aber trotz großer Form-Aehnlichkeiten doch die Producte der jetzigen Meere bei genauerer Vergleichung sich ganz verschieden von den fossilen, die er aufgefunden, zeigten. Es ist zu beklagen, daß diese richtigen Naturansichten bei dem geistreichen Manne, der auch das unbestrittene Verdienst hat, schon im Jahr 1681 den ersten Vorschlag gemacht zu haben, geognostische Karten von England entwerfen zu lassen, durch wunderliche, ganz naturwidrige Hypothesen über den Proceß der Versteinerung und die plastischen Naturkräfte verunstaltet wurden. In den wichtigen posthumous Works von Robert Hooke ist dagegen das Unphilosophische einer solchen Annahme von Naturspielen und der sogenannten Naturversuche||), organische Gebilde im Reiche der Fossilien nachzuahmen, siegreich entwickelt; auch zum ersten Male die, damals den Theologen sehr verhaßte Lehre von untergegangenen Thiergeschlechtern aufgestellt. Steno§), in seinem merkwür-

---

*) „So weit meine Nachforschungen reichen," sagt Böckh, „kann man keineswegs beweisen, daß die Benennung Πλούτων für Hades älter ist als die Annahme des Gottes Πλοῦτος; vielmehr scheint es wirklich umgekehrt. Plutos, der Sohn der Demeter und des Jasios, erscheint schon in Hesiod's Theogonie v. 969 auf dreimal umackertem Felde im fruchtbaren Creta (also deutlich in Beziehung auf den Ackerbau, der den Reichthum giebt). Auch im Homerischen Hymnus auf Demeter (v. 489 ed. Herm.) kommt Plutos als Gottheit vor."

†) Vergl. Venturi, Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Léonard de Vinci 1797 § 5 no. 124.

‡) Philos. Transact. Vol. VI No. 76 (Jahr 1671) pag 2283.

||) Die fälschlich so genannten Naturspiele (Adler-Augen: Brillen-, Nieren-, Knollen- und Zungen-Steine) sind unter dem Namen von Morpholithen-Bildungen ein Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen meines scharfsichtigen Freundes Ehrenberg gewesen. Nach ihm sind diese Bildungen, zu denen auch die Absonderung des Basalts in gegliederte Säulengruppen gehört, amorphe, unorganische, den Krystallen völlig unähnliche: aber eben so wie diese gesetzmäßige Formen mit Bildungs-Achsen und krummen Flächen, und daher mit den organischen sich nähernden Formen. Die von Ehrenberg 1839 mit dem Namen Morpholith belegten Bildungen sind oft irrig mit Mollusken und Polythalamien verwechselt worden. (Vergl. Ehrenberg in dem Bericht über die Verhandlungen der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahr 1840 S. 136, wie im Atlas der Mikrogeologie 1854 S. 30 Tab. 40.)

§) Nicol. Steno de solido intra solidum contento 1669 pag. 2, 17, 28, 63, 69 fig. 20—25. Der berühmte Däne Niclas Stenson, geboren 1638, war erst Leibarzt des Großherzogs von Toscana, dann Professor der Anatomie in Kopenhagen: und als er zum katholischen Glauben überging, wurde er, nach Florenz zurückkehrend, als apostolischer Vicarius mit dem Titel eines Bischofs von Titvopolis, Erzieher eines Sohnes von Cosmo III.

digen stratigraphischen Werke: de solido intra solidum naturaliter contento 1669, unterschied zum ersten Male die Gebirgsarten, welche keine Spuren eingeschlossener organischer Reste darbieten und die er deshalb für die ältesten Formationen hielt, von den jüngeren Schichten: deren jede einzelne er aus einer darüber stehenden Flüssigkeit abgesetzt (niedergeschlagen) nennt ("turbidi maris sedimenta sibi invicem imposita" sind Steno's Worte). Diese Sedimente waren nach ihm ursprünglich alle horizontal; und erst in der Folge senkrecht aufgerichtet, oder unter verschiedenen Fallwinkeln geneigt durch den Einfluß ausbrechender Dämpfe, welche die Centralwärme (ignis in medio terrae) erregt, oder durch Nachgeben zu schwach unterstützender unterer Schichten. Leibnitz dagegen, in seiner vulkanischen Protogaea*), erklärt die Neigung der horizontal abgesetzten Schichten gegen den Horizont durch die Existenz unterirdischer Höhlen und den Abfall in dieselben. Der scharfsinnige Botaniker Fabius Colonna zu Neapel und Steno zu Florenz waren die ersten, die unter den fossilen Schalthieren unterschieden: welche ursprünglich dem Meere, welche dem Wasser angehört haben.

Es ist eine historische Frage wohl nicht zu übergehn, die ich kaum je berührt, ja noch weniger mit Sicherheit gelöst finde. Zu welcher Zeit ist in dem Latein des Mittelalters oder in den romanischen Sprachen das Wort Vulkan zuerst für feuerspeiende Berge gebraucht worden? Bei denen auf Lemnos und Hiera, auf Sicilien und in Unteritalien wird im Alterthum allerdings immer an Hephästus (Vulkan), nicht an Pluto, gedacht. Plinius lib. III. no. 92 Sillig) sagt im allgemeinen von den Aeolischen Inseln: "Hephaestiades a Graecis, a nostris volcaniae dictae." Hephaestii montes finden wir ebenfalls in Lycien; Vulcani domus nennt Virgil die Insel Lipara; dagegen sind, wie wir schon oben berührt haben, die Plutonien heiße Dampfhöhlen, Eingänge zum Hades, oft mit Charonien verbunden. (Strabo lib. V. p 244, XII. p. 579, XIII. p. 629, XIV. p. 636 und 649.) Ortsnamen, dem Pluto heilig, sind sehr selten. Doch wird in einem Scholion des Proclus †) bei der Mythe der Atlantis eine der Inseln des äußeren Meeres dem Pluto geheiligt genannt.

Wenn nun aber auch im Alterthum unbestreitbar der Begriff feuerspeiender Berg an den des Vulcan geknüpft war, so wurde eine solche Verknüpfung sprachlich (s. oben S. 60—61) doch immer nur als Werkstätte des Feuergottes, als ein ihm geweihter Ort bezeichnet. Der Uebergang des Namens des Feuergottes zu allen entzündeten Bergen gehört dem späteren romanischen Mittelalter. In dem 7ten Bande des 1819 bis 1826 zu Bologna herausgegebenen großen Dizionario della lingua italiana wird (pag. 406) zu der Bedeutung von vulcano als feuerspeiender Berg unter den Belegen auch die Stelle von Giovanni Bottari angegeben: Montagne gettanti fuoco, che prima da' Naviganti Portoghesi e poi comunemente da tutti Vulcani le appellarono. Allerdings waren die kühnen catalanischen Seefahrer unter Anführung von Don Jayme Ferrer schon 1316 an den Rio de Ouro (Br. 18° 40'), weit südlich vom Cabe de Non; wie 1365 nach dem Berichte von Villaut, Sieur de Bellefonds, französische Seefahrer von Dieppe bis nach Sierra Leone (Br. 8° 30') und der afrikanischen Goldküste gelangt: aber diese Expeditionen im vierzehnten Jahrhundert, auf welchen die Vulkane der canarischen und capverdischen Inseln gesehen wurden, stehen vereinzelt da; erst im funfzehnten Jahrhunderte, als Jean de Bethancourt 1403 einen Theil der Canarien eroberte, als durch die lange andauernden Bemühungen des Infanten Dom Heinrich, Herzogs von Viseo, die berühmte Navigations-Akademie zu Terça (Villa do Infante in Algarbien) 1418 gestiftet, der vulkanreiche Archipel der Azoren 1432 entdeckt und eine lange Reihe von Seefahrten längs der Westküste von Afrika eröffnet wurde, in welcher die von Alvise Ca da Mosto 1454 nach der Mündung des Senegal und Diego Cam (Cao) mit Martin Behaim 1484 bis 1486 die wichtigsten waren;

---

*) Kosmos 2. Buch S. 380.
†) Humboldt, Examen critique de l'histoire de la Géographie T. I. p. 176.

wurde die Kenntniß der vulkanischen Thätigkeit und ihrer so verschiedenartigen Erscheinungen weit verbreitet und populär. Man fand ein Bedürfniß, sich eines kurzen Ausdrucks für die Berge zu bedienen, in denen Vulcan hauste. Der Gebrauch des Worts Vulkan: welches A. W. von Schlegel von dem sanskritischen ulkâ: Feuerbrand, Flamme, vorzüglich feuriges Meteor, abgeleitet hat (vgl. Pott, etymologische Forschungen Th. I. 1833 S. 265 und Bopp's glossarium sanscritum 1847 p. 53), für den Berg selbst steigt vielleicht nicht höher als 80 bis 90 Jahre vor der Entdeckung von Amerika auf. In allen Schriftstellern der portugiesischen und spanischen Conquista wird das Wort durchgängig gebraucht als eine alte, ganz gewöhnliche Benennung. Sahagun, Bernal Diaz, Gomara, Antonio de Herrera und viele andere nennen die feuerspeienden Berge Volcanes de Mexico, de Quito, de Popayan. Auffallend ist es, daß Bembo im Aetna dialogus, vielleicht aus strenger Reinheit der Sprache, das Wort vulcanus nicht anwendet. Wenn ich es vergebens gesucht habe bei Roger Baco, dem Cardinal d'Ailly (Petrus Alliacus), Gerson, Vincentius Bellovacensis und Dante; so war es mir um so auffallender, im Albertus Magnus (der um 1190 geboren wurde) folgende Stelle (über den Bimsstein) zu finden: "inveniuntur lapides quidam tantae porositatis, ut natent super aquam, sicut lapides quos ejicit vulcanus (Liber de Mineralibus cap. VI. Tract. primi libri, ed Venet. 1494). Hier ist das mythische Wesen fast mit dem Berge bildlich verwechselt.

Um die Gliederung und den inneren historischen Zusammenhang unsrer geologischen Erkenntnisse schärfer zu ergründen, muß hier in Erinnerung gebracht werden, daß das Auffinden fossiler organischer Meerprodukte, in den Gesteinschichten eingeschlossen, früh und fast überall dieselben Fragen hervorrief, deren voreilige Beantwortung noch sichtbare Spuren in unsren jetzigen systematischen Eintheilungen und der wissenschaftlichen Nomenclatur gelassen hat. Es handelte sich, wie bei Apulejus*), um die Allgemeinheit der Deucalionischen Fluth und ihre Wiederkehr; um das frühere Trockenlegen der höheren Erdtheile, und auf diesen um die Entstehung der ältesten Pflanzen- und Thiergattungen wie bei Trogus Pompejus†): um die Wahrscheinlichkeit der Annahme einer keim- und mutterlosen Zeugung (generatio aequivoca, spontanea, primaria), welche selbst in christlichen Zeiten den großen Augustinus, Bischof von Hippo‡), beunruhigte; um die strenge Scheidung von fossilienreichen, secundären Gesteinsbildungen und den uranfänglichen, stets fossilienleeren: weil dieselben schon zu einer Zeit erhärtet sind, wo Erde und Meer noch ohne Pflanzen und Thiere waren. Von diesen Fragen rief eine die andere hervor; und der scharfsinnige Forscher, der die Verschiedenheit der Fossilien in auf einander folgenden Schichten am lebhaftesten angeregt hatte, Nicolaus Steno||), war auch der, welcher unter den sechs von ihm

---

*) S. oben Kosmos 5. Buch S. 908.

†) Justinus lib. II. cap. 1. Wenn ich in der Anm. ‡ (Kosmos 1. Buch S. 184) der periodischen Terrassen-Phantasie des großen Linné bei Gelegenheit der Behauptung des Trogus Pompejus gedacht habe, nach welcher die Hochebene von Asien, als zuerst in der Urwelt abgetrocknet, durch generatio primaria auch die ersten lebendigen Organismen erzeugt haben soll; so ist es in Bezug gewesen auf die kleine Abhandlung de tellure habitabili in Linnaei Amoenitates academicae (ed. Schreber 1787) Vol. II. p 444 no. 45: "Sequitur vero jam Modus ostendendus, quo potuerint omnia Vegetabilia, in exigno terrae tractu, invenire solum sibi conveniens, et Animalia quaeque clima quod desiderant." no. 46: "Si concipiatur Paradisus situs sub ipso Aequatore, simul quomodo hoc fieri possit hujus rei ratio concipitur, modo ponatur excelsum montem campos ejus laetissimos ornasse." Die pflanzen-geographischen Beobachtungen Tournefort's am Ararat, an dessen Abhange wie bei allen sehr hohen Bergen die Klimate *wie die Floren* verschiedener Erdzonen über einander *gelagert sind* (Amoen. acad. Vol. II. p. 445 no. 50), haben Linné auf eine Ansicht geführt, die wohl ein Zusammenleben von Tropen- und lappländischen Formen an einem Punkte, aber nicht die Verbreitung vom Aequator gegen die Pole erklären könnte. Der Einfluß der Hochebene auf Pflanzencultur und Kälte des Klima's war übrigens den Alten sehr bekannt. „Auch in südlichen Erdstrichen," sagt Strabo (lib. II. p. 73), „sind die Berge kalt und überhaupt jeder Boden, wenn es auch eine Ebene ist." Ueber den seltenen Ausdruck ὀροπέδια s. meine Asie centr. T. I. p. 58—60.

‡) Augustinus de Civitate Dei lib XVI cap. 7 (Kosmos 1. Buch S. 184): "Si per generationem spontaneam e terra exortae sunt bestiae," so war es ja unnütz sie alle in einer Arche zu versammeln.

||) Das krystallographische und geognostische kleine Werk des Steno, auf das Elie de Beaumont und ich erst in neuerer Zeit, kaum seit drei Jahrzehenden, die Aufmerksamkeit wieder gerichtet haben, ist nur der trostlos wortkarge lateinische Prodromus zu einem größeren, nie erschienenen Werke, welches nach dem Wunsche des Großherzogs von Toscana, Ferdinands II., Vaters von Cosmus III., italiänisch ausgearbeitet werden sollte (de Solido p. 6). Die älteste, unterste, ganz fossilien-

angenommenen Epochen der Bodenbildung in Toscana die älteste Bildung aus einem **Urmeere** ohne Organismen, vor deren Entstehung, sich niederschlagen ließ: und hat so mit den späteren Targioni Tozzetti und Lazaro Moro am meisten zu der sich zwei Jahrhunderte lang erhaltenden Nomenclatur **uranfänglicher** und **darum** nothwendig versteinerungsloser Gebirgsarten beigetragen. In der **Chronometrik** der Erdschichten: welche Hooke's großer Geist schon geahndet hat, in der wir kühn **neue Schöpfungen** nennen die historischen Phänomene des Wechsels in den Organismen, habe ich, immer mehr und mehr den Eruptiv-Charakter des Granits und anderer **endogener** Gebirgsarten*) anerkennend, ohngefähr seit dem Jahre 1825 und 1826: gegen die Zeit, als ich in Paris und Berlin mit Vorlesungen über den Kosmos beschäftigt war, aufgehört, mich des Wortes uranfänglich zu bedienen.†) Die Zahl der Granite, Gneiße, Glimmerschiefer und Syenite, welche durch Auflagerung den entgegengesetzten Charakter darbieten, hat sich ansehnlich vermehrt (Kosmos 1. Buch S. 130). Wir finden nach Charpentier und Lardy am Nuffener Passe (**Studer, Geologie der Schweiz** I. S. 96) zwischen dem oberen Wallis und Canton Tessin granathaltige Glimmerschiefer, eigentlich Kalk-Glimmerschiefer mit Belemniten, wahrscheinlich einen unkrystallisirten Liasschiefer: wie nach Escher ein ganz ähnliches Vorkommen an der Furca und nach Studer am Berg Lukmanier (**Studer** I. S. 241 und 376); nach Dufrénoy in den Pyrenäen im Thal Vicdessos Granit jünger als die Lias-Formation, ja selbst bei St. Martin de le Oly jünger als Kreide: nach Gustav Rose, Ehrenberg und Humboldt im nördlichen Asien am oberen Irtysch silurischen Schiefer bedeckend; denselben nach Macculloch, Dechen und Murchison auf Arran auf fossilreichen Sedimentschichten ruhend, ohne den nahen Conglomeraten Granitgeschiebe mitzutheilen;‡) auf Sky am Ben-na-Charn Syenit auf Lias aufgelagert; nach Marzari Pencati das Contact-Phänomen eines syenitartigen Granits, der den Kalkstein der Jura-Formation bei Predazzo bei der Cascade von Canzacoli in salinischen Marmor verwandelt.||) Die Auflagerung des Syenits und Granites bei Weinböhla und Hohnstein auf Pläner und Quader-Sandstein in Sachsen ist nach Naumann und Cotta jedenfalls durch eine **Ueberschiebung** des **starren** Granites über die Schichten der Kreide-Formation entstanden; und dürfte daher nicht sowohl für eine neue Bildung des Granits als vielmehr für das Ereigniß einer großartigen Dislocation nach der Kreide zeugen. Dagegen sprechen die Erscheinungen im Voigtlande und bei Strehla entschieden für eine jüngere Bildung der dortigen Granite in Vergleich zu den angrenzenden Schiefern: gerade wie in Schottland, im Harze und am Irtysch. Die **scheinbaren Einschlüsse** von Pläner im Granit

---

erre, **uranfängliche** Schicht wird also geschildert: "de prima terrae facie in eo quo Scriptura et Natura consentiunt, quod aquis omnia tecta fuerint, Natura silet, Scriptura loquitur! Quod autem fluidum aqueum fuerit, quo tempore nec dum animalia et plantae reperiebantur, et quod fluidum illud omnia texerit, montium altiorum strata omni heterogeneo corpore destituta evincunt. Quod si vero supra primi fluidi strata quibusdam in locis alia strata reperirentur diversis corporibus (animalium et plantarum) referta, aliud inde non sequeretur quam supra strata primi fluidi ab alio fluido nova strata deposita fuisse." (De Solido p. 69.) Ueber die Art des Wachsthums, der Zunahme der Krystalle nach Verschiedenheit der Lage ihrer Axen s. pag. 37—52 und die geometrischen Figuren 7, 13, 14 und 17. Ein vollständiger Auszug aus Steno's Prodromus findet sich in dem sehr zu empfehlenden Lehrbuch der Geologie, theilweise nach Elie de Beaumont, von C. **Vogt** 1847 Bd. II. S. 384—392.

*) Die Ausdrücke **endogen** und **exogen** (im Erd-Inneren oder an der Erd-Oberfläche als Sedimente erzeugt) sind vom Jahr 1803, in Anwendung von geognostischen Profilen für die Hochebene von Mexico (das eigentliche **Anahuac**) entstanden; s. **Kosmos** 1. B. S. 129. Wenn gleich dieses Buch erst 16 Jahre nach meiner sibirischen Expedition, 1845, erschien, so wurden doch die Vorlesungen über die physische Weltbeschreibung, aus denen das Werk vom **Kosmos** entstanden ist, in der Berliner Universität schon im November 1827 gehalten; ja schon 1825 wurden, in dem Tableau des formations de l'Amérique méridionale, im 3ten Bande des Voyage aux Régions équinoxiales p. 251, Granit, Gneiß und Glimmerschiefer aufgeführt als terrains *vulgairement* appelés primitifs, mit dem Beisatz: "se vanter d'une stabitité d'opinion en Géologie, c'est se vanter d'une extrême paresse d'esprit, c'est vouloir rester stationnaire au milieu de ceux qui avancent."

†) Einen bestimmten ganz ähnlichen Ausspruch s. in **Studer's** vortrefflichem Lehrbuch der physikal. Geographie und Geologie 2te Ausg. 1847 Bd. II. S. 137.

‡) Sir Charles **Lyell**, Manual of Geology 1855 p. 589—593.

||) **Kosmos** 1. Buch S. 137; **Naumann** Lehrbuch der Geognosie Bd. II. 1854 S. 277; **Roth** in der Zeitschrift der Deutschen geolog. Gesellschaft Bd. III. 1851 S. 140; Lyell, Manual p. 586.

von Zscheila bei Meißen sind von Gumprecht für späte Ausfüllungen von Klüften und Höhlungen des weit älteren Granites erkannt worden.

Die Abwesenheit fossiler organischer Einschlüsse in eruptiven endogenen Gebirgsmassen (plutonischen wie vulkanischen) berechtigt keinesweges zu dem Schlusse, daß ihre Ausbrüche, d. h. ihre Erscheinung an der Erdoberfläche, einer Zeit angehören müssen, in welcher das organische Leben: der Meer- und Landpflanzen, der Wasser- und Luftthiere*), noch nicht erwacht war. Die Abwesenheit solcher Einschlüsse ist Folge der endogenen Bildung in den heißen Tiefen der Erde: sei der Ausbruch, die Erhebung auch neuer als alle Kreidethiere. „Allerdings muß," wie ein geistreicher, vielumfassender Geologe sagt†), „mit Recht die ganze Reihe der sedimentären Formationen doch zuletzt von etwas getragen werden; die ältesten aller eruptiven Bildungen müssen eine Unterlage gefunden haben, über die sie sich ausbreiten konnten." Diese Unterlage kann freilich auch eine Granitschicht sein; aber kann man mit Gewißheit darthun, daß es eine von denen sei, die sich unsrer Beobachtung darbieten? Wir gelangen hier an die Frage, welche die indische Urmythe‡) berührt; an die Frage, worauf, wenn ein Elephant die Erde trägt und er selbst von einer Riesen-Schildkröte getragen wird, die Schildkröte ruht? Es ist wahrscheinlich, daß überall dieselbe plutonische Gebirgsart (Granit, Gneiß, Glimmerschiefer, Porphyr) die Unterlage, nicht die Association derselben Mineral-Species sei. Fossilfreie Schichten sind nicht nothwendig prozoisch, vor dem Erwachen des organischen Lebens in azoischen Zeiten gebildet.||) Die ältesten der unter-silurischen Schichten, die von Bray Head und Wicklow in Irland, welche man ehemals würde cambrisch genannt haben, umwickeln einen Zoophyten Oldhamia: nach seinem Entdecker, Professor Oldham, benannt§); von fast gleich hohem Alter, aber, wenn gleich minder allgemein, selbst in die obere silurische Formation übergehend, sind die Graptolithen.¶) Naumann äußert sich also in einem Briefe an mich mit dem ihm eigenen Scharfsinn und mit lobenswerther Vorsicht über das, was man primitive Formation nennen kann: „Ob eine solche," sagt er, „gegenwärtig irgend wo sichtbar zu Tage austritt, aus welchen Gesteinen sie besteht und wie sie gebildet worden? sind schwer zu lösende Fragen. Es ist möglich, daß ein Theil der geschichteten krystallinischen Silicat-Gesteine (Gneiß, Glimmer- und Hornblend-Schiefer) wirklich für primitiv zu halten sind; es ist aber gewiß, daß ganz ähn-

---

*) Ich erinnere durch diesen physiologischen Ausdruck an die schöne Stelle des Strabo (lib XVII. pag. 810 Casaub.) in der es heißt. „Die Vorsehung, der lebendigen Wesen Erzeugerin, bereitete, da der Mensch kein Wasserthier, sondern ein Land- und Luftthier ist, auch vieles Lichtes bedarf, auf der (abgetrockneten) Erde viele Höhen und Tiefen."

†) Carl Fried. Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. II. S. 8. Leopold von Buch, als er kurz vor mir die Canzacoli bei Predazzo besucht und den Grafen Marzari Pencati, gegen dessen Verdienste er wenig gerecht war, sorgfältig vermieden hatte, schrieb mir am 14. November 1822 nach Verona: daß „wir die alte Annahme eines festen primitiven Bodens vor aller organischen Schöpfung ganz aufgeben sollten. Die Erd-Metalloïde müßten sich ja zu festen Massen verbunden haben, um den alten Meeresgrund zu bilden und die Flüssigkeit aufzunehmen, welche später Fische und Conchylien beleben sollten. Durch die Erscheinung (den Ausbruch) des rothen Porphyrs entsteht die ganze Flözformation: zuerst das Rothe Todtliegende, welches zerriebener Porphyr ist; dann das Kohlen-Gebirge und die Kalkbildungen, die ich mir als Muschelbänke im Meere denke. Die Erscheinung der Basalte veranlaßte den Quader-Sandstein ...... Demnach können sich die älteren Orthoceratiten und Trilobiten auf einem schon früh gebildeten Gneißboden bewegt haben. Wenn bei Predazzo Wärme den dichten Kalkstein in körnigen umgewandelt hat, so gehört diese Wärme wohl dem Augit-Porphyr an, der die Hebung des Granits verursacht hat. Man muß unterscheiden die Epoche des Hervorbrechens von der früheren Bildung und früheren Existenz in der Tiefe."

‡) Kosmos 1. Buch S. 149.

||) Ueber die Ausdrücke prozoisch und azoisch s. Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. I. S. 812 und Bd. II. S. 9.

§) Oldhamia antiqua und O. radiata, Forbes. "The reader," sagt Sir Roderick Murchison, (Siluria 1854 p. 32 und 165), "may look with reverence on this zoophyte of Ireland, for notwithstanding the most assiduous researches it is the only animal relic yet known in this very low stage of unequivocal sedimentary matter."

¶) Graptolithen Siluria pag. 46, 177 und 185. — Sehr alt in den Llandeiloflags unter dem Caradoc-Sandstein sind auch Ampyx (vormals Trinucleus) nudus wie Trinucleus caractaci, Murchison. Ueber das älteste Thier- und Pflanzenleben in dem untersten silurischen Grauwacken-Thone bei Petersburg s. Ehrenberg in den Monatsberichten der Berl. Akad wie vom Juni 1858 S. 324—337, und das vortreffliche große Werk des russischen Akademikers, Dr. Heinrich Pander: Monographie der fossilen Fische des Silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements 1856. Ueber die norwegischen Graptolithen-Schiefer neben Orthoceratit-Kalkstein s. Kjerulf über die Geologie des südlichen Norwegens 1857 S. 92.

liche Gesteine von weit neuerer Bildung vorhanden sind. Weil diese die letzteren theilweise metamorphosirt sind, so hat man auch die ersteren dafür erklären wollen. Es gehört nun einmal zu den Wagnissen der Geognosie, überall sogleich die Genesis der Dinge erklären zu wollen."

Die vormals uranfänglich genannten Gebirgsarten: Granit, Gneiß und Glimmerschiefer, nach meinen Erfahrungen vorzugsweise die erstere; bewahren in der bei weitem größeren Zahl der Fälle ihres Hervortretens, selbst da, wo sie sehr neue Sedimentschichten durchbrechen, ihren wesentlich plutonischen Eruptiv-Charakter. Am vollkommensten ist dieser von Leopold von Buch, Hausmann, Murchison und Kjerulf im südlichen Norwegen unbezweifelt beobachtet worden; aber es giebt auch, wenn gleich sparsam, in beiden Continenten Oertlichkeiten, in denen Glimmerschiefer und Syenit als umgewandelte (metamorphosirte) silurische, devonische und sogar spätere Sedimentschichten erkannt werden. Selbst in dieser Schrift, in welcher Anhäufung von unter sich analogen Einzelheiten vermieden werden muß, ist mehrmals von einem solchen zweiartigen *) Auftreten der plutonischen Formation die Rede gewesen. Hier genügt es an die Zeugnisse geübter Beobachter: Charpentier, Escher und Brochant für die Schweiz; von Delesse und Elie de Beaumont für die Vogesen, von Friedrich Hoffmann für das Fichtelgebirge; zu erinnern. In dem nördlichen Asien †): in dem Theil des Altai, welcher sich vom schönen See von Kolywan durch die Platowsker Steppe über Buchtarminsk und Narym nach dem chinesischen Wachtposten Baty hin erstreckt, sieht man überall die Granite ganz unbegleitet von Gneiß oder Glimmerschiefer auftreten. Unter welchem Drucke, bei welcher Höhe der Temperatur von mit Säuren geschwängerten Dämpfen, oder ob in trocknem Erglühen diese Umwandlungen statt gefunden haben? wie oft ohne Aufnahme neuer Stoffe, bloß durch Veränderung der Association der vorher schon vorhandenen Bestandtheile ‡), die Metamorphose vorgeht? leitet auf Fragen, zu deren allmäliger Lösung durch Anführung analoger Processe der wichtige und wohlthätige Einfluß der Chemie auf die Geognosie nahe Hoffnung giebt. Was man unter allen Zonen im silurischen und devonischen Sediment-Thonschiefer-Gestein vorgehen sieht, bietet wie erkennbare Vorstufen solcher Erscheinungen dar: besonders wenn der Thonschiefer (von eingeschlossenen Lagern ist hier keine Rede) in seinem inneren Gewebe mit Kalktheilen gemengt wird; viel Glimmer und durch Imprägnation mit Feldspath (Fournet's Feldspathisation) Talkblättchen, Chiastolith, Quarz, mehr oder weniger kohlenhaltigen Lydit ||) (Kieselschiefer) und Quarzmassen aufnimmt; in der Nähe eruptiver Porphyre selbst porphyrartig wird, sich (durch Verwitterung?) in zelligen Mandelstein verwandelt: ja durch eingewachsene Uralit-Krystalle, die oft einen Kern von Augit haben, minder blättrig in grünen Schiefer übergeht. Ein großes Licht hat auf diese Metamorphosen geworfen die glückliche künstliche Hervorbringung einzelner Mineralkörper: der Zinn- und Titan-Oxyde, des Apatits und der Topase von Daubrée; des Rubins von Gaudin, des Korund und Berylls durch den scharfsinnigen Ebelmen; der kleinen Quarzkrystalle und des Korund wie 28 anderer Stoffe, die auf Gängen vorkommen, von H. de Senarmont auf nassem Wege; der früheren trefflichen Arbeiten von Mitscherlich, Berthier, Gustav Rose, Haidinger und Blum §) nicht zu gedenken.

*) Kosmos 1. Buch S. 133—135; 5. B. S. 914; Naumann, Geognosie Bd. II. S. 8 und 162—168, wie die neueren zwei vortrefflichen Schriften von Theodor Kjerulf: das Christiania-Silurbecken 1855 S. 3 bis 7 und über die Geologie des südlichen Norwegens 1857 S. 6—17.

†) Humboldt, Asie centrale T. I, p. 292—314.

‡) Bulletin de la Société géologique XII. (1811) p. 322.

||) Humboldt, Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser Bd. I. S. 135—140. Galvanische Versuche bezeugen die Anwesenheit des Kohlenstoffs im lydischen Stein oder Kieselschiefer.

§) Daubrée, recherches sur la production artificielle des minéraux de la famille des silicates et des aluminates par la réaction des vapeurs sur les roches in den Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. XXXIX. 1854 p. 135; derselbe sur la production artificielle de l'apatite, de la topaze et de quelques autres minéraux fluorifères in den Annales des Mines 4eme Série T. XIX. 1851 p. 684; H. de Senarmont, expériences sur la formation des minéraux par la *voie humide* dans les gîtes métallifères concrétionnés in den Annales de Chimie et de Physique 3eme Série T. XXXII. 1851 p. 14. "La géologie minéralogique," sagt sehr wahr dieser talentvolle Mi-

Ehe wir zu der speciellen Angabe der Gebirgsarten übergehen nach ihren vier Entstehungs- und Bildungsformen: als endogenen, vulkanischen oder plutonischen, Eruptiv-Gesteins; als Sedimentschichten, als umgewandelten oder metamorphosirten und klastischen Conglomerat-Gesteins; wollen wir noch einige Allgemeinheiten vorausschicken: Ansichten der vergleichenden Geologie*), welche der Anblick sehr verschiedenartiger Theile der Erdfläche in dem Beobachter hervorruft. Es sind zuvörderst zu unterscheiden in den nicht einfachen Gebirgsarten die bestimmten, immer wiederkehrenden Associationen gewisser Mineral-Species von den Lagerungsverhältnissen (Verhältnissen der Reihung), in denen die zusammengesetzten Gebirgsarten unter einander oder zu einfachen Gebirgsarten auftreten. Die Identität der Association in der Gebirgsart ist nicht mit der Identität der Reihung selbst zu verwechseln. Die letztere bestimmt einen der Hauptcharaktere von Formations-Typen; ich sage geflissentlich: einen der Hauptcharaktere: denn ein eben so wichtiges Kennzeichen ist bei petrographischer Aehnlichkeit einzelner silurischer, devonischer oder späterer Sedimentschichten die Identität eingeschlossener organischer Gebilde. Eine solche Identität führt auf den Begriff der Gleichzeitigkeit der Entstehung. Wesentliche Verschiedenheit der Fossilien trennt Formationen, welche petrographisch sehr gleich sind. Merkwürdig ist es, daß, um fast anderthalb Jahrhunderte von einander getrennt: Steno einerseits: und William Smith, Lamarck und Brongniart auf der anderen Seite die Formations-Typen vorzugsweise nach den organischen Einschlüssen; dagegen Lehmann (1756), Füchsel (1762) und Werner (1774) diese Typen scharf, aber unvollständig nach Lagerungsverhältnissen bestimmten.†) In den mittleren Sedimentschichten zwischen der Kohlen-Formation und dem Muschelkalk, von welchem die Jura-Formation bis 1795—1799 noch nicht (Kosmos 4. Buch S. 632) getrennt wurde, führten beide Eintheilungsgründe (der wiederholt beobachteten regelmäßigen Auflagerung: selbst da, wo einzelne Glieder nicht ausgebildet waren; und der organischen Einschlüsse) ohngefähr zu denselben Resultaten: ein Zeichen, daß zu denselben Zeitepochen sehr ähnliche Bedingungen des Drucks, der Temperatur, der localen chemischen Beschaffenheit einer absetzenden Flüssigkeit eine gewisse Uebereinstimmung petrographischer Structur veranlaßten. Lehmann unterschied zuerst Flöz- und Ganggebirge: unter dem

---

neraloge, "n'a pas jusqu'ici d'autre guide expérimental que la chimie, mais l'analyse chimique n'éclaire qu'un seul côte de la question. On connaît très imparfaitement une espèce minérale par ce qu'on a déterminé sa composition élémentaire, ou même les lois atomiques qui régissent leurs combinaisons; il reste encore à découvrir, dans quelles conditions nécessaires chacune d'elles peut se produire. L'analyse est évidemment muette sur ce point, et c'est à la synthèse à compléter son oeuvre inachevée. On se rapprochera le plus possible des procédés de la nature, si l'on arrive à reproduire les minéraux dans leurs conditions d'association possible au moyen des agens chimiques naturels les plus répandus et en imitant les phénomènes que nous voyons encore se réaliser dans les foyers où la création minérale paraît avoir concentré les restes d'une activité qu'elle déployait autrefois avec une toute autre énergie, mais qui produit même au jourd'hui des éjections ignées, gazeuses ou liquides. L'état cristallin des produits formés artificiellement est quelquefois imparfait et toujours microscopique. Ce n'est pas d'ailleurs le volume des cristaux, c'est le fait même de leur création qui résout de pareils problèmes; là est le point essentiel, et pour obtenir d'avantage il ne faudrait suivant l'expression de Daubenton que „le tems, l'espace et le repos": *puissants* moyens qui n'appartiennent qu'à la *nature*."

*) Elie de Beaumont, notice sur les Systèmes des Montagnes T. I. p. 8—10; Humboldt, Essai géognostique sur le Gisement des Roches dans les deux hémisphères 1823 p. VI: "Dans cet ouvrage comme dans mes Recherches sur les lignes isothermes, sur la Géographie des Plantes et sur les lois que l'on observe dans la distribution numérique des formes végétales, j'ai taché, tout en exposant le détail des phénomènes sous différentes zones, de généraliser les idées. et d'aborder quelques-unes des grandes questions de la philosophie naturelle. J'ai insisté principalement (dans la *Géologie* comparée) sur les phénomènes *d'alternance, d'oscillation* et de *suppression locale,* sur ceux que présentent les *passages* des formations les unes aux autres par l'effet d'un *développement intérieur.* Ces questions, je pense, ne sont pas de vagues speculations théoriques; loin d'être infructueuses, elles conduisent à la connaissance des lois de la nature. C'est rabaisser les sciences que de faire dépendre uniquement leur progrès de l'accumulation et de l'étude des phénomènes particuliers."

†) Johann Gottlob Lehmann's Versuch einer Geschichte der Flötzgebirge 1756; G. C. Füchsel, zwei Abhandl. in den Actis Acad. elect. Moguntinae (Erf. 1762) Vol. II. p. 44—209 unter dem Titel: historia terrae et maris ex historia Thuringiae per montium descriptionem erecta. Später, 1773, erschien Füchsel's Entwurf zur ältesten Erd- und Menschengeschichte. Werner, kurze Klassifikation und Beschreibung der verschiedenen Gebirgsarten (Dresden 1787).

letzteren unbestimmten Namen plutonische Eruptiv-Gebirge verstehend. Füchsel und vorzüglich mein großer, aber doch in seinem Gesichtskreis beschränkter Lehrer (Werner) haben sich das glänzende Verdienst erworben, den Begriff einer Formation in die Wissenschaft recht eigentlich eingeführt zu haben. Leider! hielt Werner, was er Geologie nannte, für den träumerischen Theil seiner Geognosie.

Wie in den einzelnen Gebirgsarten, welche Theile des festen Erdkörpers sind, nach der Natur ihrer Bestandtheile oder nach der Association derselben Mineral-Species unter den verschiedensten Breiten- und Längengraden sich vollkommen gleich bleiben (Stücke granathaltigen Glimmerschiefers, körnigen Labradors, Hypersthenfelses oder Phonoliths von der Andeskette sind nicht von denen Mittel-Europa's und Nord-Asiens zu unterscheiden); so bleiben sich auch gleich die Uebergänge in einander und die Lagerungsverhältnisse ganzer Gebirgsschichten: der Aggregat-Zustand identischer, sehr zusammengesetzter Formationen in dem silurischen Systeme, der Trias, der cretacischen und Neocom-Bildung. Eine solche Beständigkeit in der Uebereinstimmung (association constante) gewährt z. B. in der Beobachtung allmäliger Uebergänge der Gebirgsarten durch innere Entwickelung*) auf weiten Reisen oft den überraschendsten Eindruck. Fremde Gestalten des Pflanzen- und Thierlebens bedecken einen Boden, der durch seine petrographische Beschaffenheit das Andenken an das Heimische freudig †) zurückruft. Eine solche Allverbreitung und Identität der Zusammensetzung und Gliederung mahnt an eine Entstehungszeit, in welcher der gespaltene und sich erhärtende Planet sich seine Klimate selbst gab: fast unabhängig von der Stellung einzelner Erdzonen gegen die Sonne als Centralkörper.

In zusammengesetzten Formationen sind die einzelnen Glieder, aus denen sie bestehen, entweder identisch oder parallel, d. i. ersetzend, da wo einzelne wesentliche Schichten unterdrückt oder ausgefallen sind. Zu unterscheiden ist bei dem petrographischen Wechsel auf einander gelagerter heterogener Schichten der allmälige Uebergang (man könnte sagen das Prädulieren einer großen Veränderung); oder der Wechsel, die Alternanz, periodische Wiederkehr petrographisch absolut getrennter Schichten. Das Präludiren großer Veränderung, der Nähe einer verschiedenartigen Schicht besteht nicht immer in innerer Veränderung der Bestandtheile: sondern in Frequenz eingeschalteter Lager, die sich im unveränderten Gestein so oft wiederholen, bis sie das Lagergestein, die ganze aufliegende Gebirgsart selbst bilden. Wo Gneiß-Gebirge ohne eingeschlossene Granitlager auf Granit folgt, wird diese Folge oft durch große Frequenz von Gneißlagern im Granit verkündigt. ‡) Das merkwürdigste Beispiel der periodischen Wiederkehr, des Abwechselns ganz heterogener Schichten hat mich in der mexicanischen Hochebene nordwestlich von Guanaxuato auf dem Wege nach Ovejeras in Erstaunen gesetzt: wo mehrere tausend Schichten schwärzlichen Grünsteins mit, ebenfalls nur 14—16 Zoll mächtigen, weißlichen und sehr quarzreichen Syenit-Lagen ab-

---

*) "L'examen *minéralogique* le plus minutieux ne peut être indifférent au géognoste qui examine *l'âge des formations* dans les différentes zones de la surface du globe. C'est par cet examen qu'on parvient à se former une juste idée de la manière *progressive* dont *par développement intérieur*, c'est à dire par une changement très lent dans les proportions de la *masse*, se fait le *passage* d'une roche à une roche voisine Les *schistes de transition*, dont la structure paraît d'abord si différente de la structure des porphyres ou des granites, offrent à l'observateur attentif des exemples frappans de passages insensibles, à des roches grenus, porphyroïdes ou granitoïdes. Ces schistes deviennent d'abord verdâtres, plus durs et plus siliceux. À mesure que la pâte amorphe reçoit de l'amphibole, elle passe à ces amphibolites trapéennes qu'on confondait jadis souvent avec les basaltes. Ailleurs, le mica, d'abord caché dans la pâte amorphe, se développe et se sépare en paillettes distinctes et nettement cristallisées; en méme temps le feldspath et le quarz deviennent visibles, la masse paraît grenue à grains très allongés; c'est un vrai gneis de transition. Peu à peu les grains perdent leur direction commune, les cristaux se groupent autour de plusieurs centres; la roche devient un granite ou, si l'amphibole abonde, une syénite." Humboldt, Essai sur le Gisement des Roches 1823 p. VI und 10. Ueber équivalens géognostiques ou roches parallèles s. a. a. O. p. 44 und 365.

†) Kosmos 1. Buch S. 9.

‡) "Tous les terrains offrent l'exemple de *formations indépendantes* qui préludent comme couches subordonnées;" Humboldt, Essai sur le Gisement des Roches p. 368; über Alternanz s. p. 21 und 32.

wechseln. In dem Syenit setzen Gänge von Grünstein, im Grünstein oft Gänge von Syenit auf.*). In einer verwickelten Reihenfolge von exogenen Formationen ist zur sicheren Bestimmung des relativen Alters und der Independenz einer Formation von großer Wichtigkeit das Auffinden einer Schicht, die weit verbreitet ist und zum geognostischen Horizonte dienen kann. Eine solche Schicht, deren Identität am sichersten durch organische Einschlüsse (Leitmuscheln) festzustellen ist, entscheidet vorzugsweise da, wo in versteinerungsleeren Schichten verschiedenen Alters große petrographische Aehnlichkeit herrscht. †)

Formations-Typen.

Wir fahren fort, nach denselben Grundsätzen die endogen-eruptiven Formationen, und zwar sowohl die plutonischen (Diorit, Syenit, Granit, Porphyr, Hypersthen, als die ächt vulkanischen Gebilde (Basalt, Phonolithe, Mandelsteine und Trachyte: letztere aus Gipfel-Kratern wie in der Ebene aus alten Erdspalten ergossen), aufzuführen. Diesen eruptiven Formations-Typen lassen wir zunächst folgen die metamorphosirten Gebilde: nämlich die krystallinisch silurischen und devonischen Schiefer, welche zuerst zu Talk und Glimmerschiefern, und aus letzteren zu Gneiß umgewandelt sind; dann Sediment- und Flöz-Formationen: wie alle, hier nur ganz objectiv betrachtet nach der petrographischen Association ihrer Bestandtheile, nicht nach ihrer Alters- und Entstehungsfolge, weil dieselbe Association besonders bei endogenenen Formationen trotz des sehr verschiedenen Alters der Durchbrüche mineralogisch doch identisch ist: während daß der Freund, dem ich so oft und gern folge, Gustav Rose, in dem Eingange seiner geologischen Vorlesungen von 1854 die gesammten endogenen Gebirgsarten in 4 Gruppen theilte, in die Granit-, Grünstein-, Trachyt- und Basalt-Gruppe; erkennbar einschließend Krystalle von Feldspath, Oligoklas, Kali- und Magnesia-Glimmer, Hornblende, Augit, Labrador, Leucit, Nephelin u. s. w.‡)

Die Metamorphose, welche die krystallinischen Schiefer, besonders die Gneißbildung, hervorbringt, bietet große Schwierigkeiten dar: so wie Eindrücke, welche die leichtflüssigeren Feldspath-Krystalle in dem strengflüssigeren Quarz hinterlassen;||) und wo Granit neben

---

*) Humboldt, Essai politique sur la Nouvelle-Espagne T. III. p. 190. Bei Chichimequillo bricht säulenförmiger Porphyr aus dem Syenit aus; auch Basalt, aus dessen Breccien eine der heißesten Thermalquellen (von 96°,3 der hunderttheiligen Eintheilung) hervorsprudelt (vergl. S. 921).

†) Humboldt, sur le Gisement des Roches p. 16: "Il n'est pas facile de fixer l'ancienneté relative du *muschelkalk* et du *quadersandstein* là où manquent ces roches généralement répandues, servant, selon l'expression heureuse de Mr. de Gruner, mon savant condisciple à l'école de Freiberg, *d'horizon géognostique*. Lorsque des roches ne sont pas en contact immédiat, on ne peut juger de leur parallélisme que par leur rapport d'âge avec d'autres formations qui les unissent."—S. auch Elie de Beaumont, notices sur les Systèmes des Montagnes T. I. p. 10, 185 und 188.

‡) Kosmos 4. Buch S. 872—887.

||) Diese Verhältnisse haben meinen vieljährigen Freund, Prof. Gustav Bischof zu Bonn, in seinem Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie (in der 2ten Abtheilung des 2ten Bandes S. 924) zu einem sinnigen, aber sehr lebhaften Ausspruch veranlaßt. „Delesse, ein trefflicher Naturforscher," sagt Bischof, „bemerkt selbst, daß die Bildungsfolge der Mineralien des Syenits nicht die ihrer Schmelzbarkeit sei. Im äußerst strengflüssigen Quarz die viel leichter schmelzbaren Feldspath- und Hornblende-Krystalle abgeformt zu finden, und ihn für eine Bildung auf feuerflüssigem Wege auszugeben, heißt so viel, als wenn man glauben zu machen versuchte, eine gothische Kirche mit allen ihren Spitzbögen und Ornamenten auf einer Gußeisen-Tafel sei in einer bleiernen Form abgegossen worden. Man würde eine solche Zumuthung für eine Invective der gesunden Vernunft halten, und doch muthen ihr die Ultraplutonisten ganz dasselbe zu. Diese Absurdität war eines der ersten Motive, das mich zum Abfall von den ultraplutonistischen Phantasien bewog." — Ueber diese Aeußerungen hat mein sibirischer Reisegefährte, Gustav Rose, mir seine Ansichten in einem eben empfangenen Briefe mitgetheilt. „Indem Sie," schreibt er, „mich um meine Meinung über jene merkwürdige Stelle befragen: und der Umstand, daß in dem Granit und Syenit der Quarz häufig die Eindrücke des Feldspaths annehme, Bischof ganz besonders bewogen haben soll die Annahme einer feuerflüssigen Bildung des Granits aufzugeben; so habe ich zuerst nur zu bemerken, daß der Vergleich der Schmelzbarkeit des Quarzes und des Feldspaths mit der des Gußeisens und des Bleies eine große Uebertreibung ist. Denn wenn der Feldspath auch vor dem Löthrohr schmelzbar und der Quarz unschmelzbar ist, so ist der Feldspath doch nur äußerst schwer, und bloß in dünnen Splittern an den Rändern schmelzbar: und selbst im Feuer des Porzellan-Ofens nicht zu einem klaren, sondern nur zu einem ganz blasigen Glase schmelzbar; und dann ist es wohl nöthig zu untersuchen, ob denn der Quarz in dem Granite stets die Eindrücke des Feldspaths annehme? Dies ist aber keineswegs immer der Fall; im Gegentheil sind die Granite mancher Gegenden dadurch ausgezeichnet, daß der Quarz vorzugsweise in dem Feldspath krystalli-

dem Gneiß hervorbricht, sieht man wohl auch den Granit flasrig werden und scheinbar in Gneiß übergehen. Da plutonische Gebirgsarten, (Granite, Syenite und Quarzporphyre) von ganz gleichen Bestandtheilen ein sehr verschiednes relatives Alter haben, so veranlaßt das Hervortreten (Ausbrechen) endogener Gebilde eine große Complication in dem Versuch einer Anreihung nach Altersfolge der der versteinerungsvollen Flözschichten ähnlich. Auffallend ist es, daß die älteren und neueren endogenen (plutonischen und nicht-vulkanischen) Gebirgsarten dieselben Mineralien als die vulkanischen einschließen. Die Granitgruppe z. B. enthält Feldspath, Oligoklas, Glimmer und Hornblende: wie so viele Trachyt-Formationen; die Grünstein-Gruppe Labrador und Augit: denn der Hypersthen ist ja doch nur eine Abänderung des Augits. Die Oligoklase der älteren Gesteine sind gefärbt und nur an den Kanten durchscheinend: während die neueren ungefärbt, glasig und kalkhaltiger als der Oligoklas des Granits sind: weshalb (setzt Gustav Rose sehr richtig hinzu) nur eine geognostische Eintheilung der Gebirgsarten, nicht eine chemische, wohl begründet ist. Albit ist in keiner Gebirgsart als Gemengtheil enthalten; wo man ihn also aufführt, hat man ihn mit Oligoklas verwechselt.*)

Granit

und eine Abänderung desselben, als Granitit aufgeführt.

Die meisten Granit-Ablagerungen, sagt Carl Friedrich Naumann in seinem classischen Lehrbuch der Geognosie†), sind offenbar von neuerer Entstehung als die silurische und die devonische Formation. Einige wenige derselben finden sich in Cornwall und auf der Insel Arran, ja am Harze: wo Murchison den Granit Kalkstein-Fragmente mit organischen Ueberresten hat einschließen sehen.

Granit hat Rose vom Granitit abgesondert. Es besteht der Granit aus Feldspath, gewöhnlich schwarzem oder gelblich-weißem, graulich weißem Quarze, schwärzlichbraunem Glimmer und weißem Kali-Glimmer; und, dem Feldspath an Größe nachstehenden Oligoklas-Krystallen. Im Granitit fehlt der weiße Kali-Glimmer, und der Feldspath ist gewöhnlich von rother Farbe. Unwesentliche Gemengtheile des Granits sind Granat, Zirkon, Cordierit, Nephelin, Bucklandit, Titanit, Eisen- und Molybdän-Glanz. Hornblende ist, wenn gleich unwesentlich, doch häufiger im Granitit als Granit. Der Granitit, leichter in ein porphyrartiges Gebirge übergehend, bildet die Hauptmasse des Riesen- und Iser-Gebirges von Kupferberg bis Reichenberg. Wo er an den Granit grenzt,

---

sirt ist: wie z. B. der Granit des Brockens und des ganzen Harzes, der Granit des Prudelberges bei Warmbrunn, der Granitberge bei Lubwerda u. s. w. Es kommt also das eine wie das andre vor; und wenn man die Bruchfläche eines derben Granites untersucht, so sieht man sogar, daß es die Regel ist, daß der Quarz nicht die Eindrucke des Feldspaths annimmt. — Wenn man die Annahme der Entstehung des Granits aus einer geschmolz nen Masse verwirft, so weiß ich nicht, was man dafür an die Stelle setzen will; denn ich kenne kein Gemenge so verschiedener Substanzen wie der Granit, von dem es entschieden wäre, daß es auf nassem Wege gebildet sei: dagegen man ähnliche Bildungen auf trocknem Wege sehr gut kennt. Die Laven, welche in Strömen in geschichtlicher Zeit geflossen sind, stellen oft ganz ähnliche Gemenge dar wie der Granit; und wenn sie auch aus andren Gemengtheilen bestehen und sich in der Größe des Kerns oft sehr von dem Granite unterscheiden, so sind dies Unterschiede, welche die Form und Natur der Gemengtheile betreffen: die Art des Gemenges ist bei beiden dieselbe. Schleift man eine dünne Platte von der Vesuv-Lava von 1631, welche die Ströme von Granatello und della Scala bildet, so erscheint sie unter dem Microscop als ein Gemenge von größeren und kleineren, aber von lauter Krystallen. Darunter sind auch einige, die, wie der Leucit, für sich allein ganz unschmelzbar sind; und in den größern Leuciten der Somma kommen auch: nicht häufig, doch bestimmt, Krystalle von dem viel leichter schmelzbaren Augit eingeschlossen vor, die ganz deutlich krystallisirt sind. Dies sind lauter Analogien, welche für die Entstehung des Granits aus einer geschmolzenen Masse sprechen. Die Masse des Granits ist im ganzen leichter schmelzbar als der Quarz und schwerer schmelzbar als der Feldspath und Glimmer. Bei der Erstarrung tritt die Sonderung der Gemengtheile ein, vielleicht von einer Seite zur anderen fortschreitend: und da kann auch wohl eben so gut der Quarz die Eindrücke des Feldspaths annehmen wie umgekehrt. — So, denke ich mir, lassen sich die Widersprüche erklären, welche man in der Annahme einer feuerflüssigen Bildung des Granits zu finden geglaubt hat."

*) Poggendorff's Annalen Bd. LXVI. S. 109. — Ueber Granite am Harz, die jünger sind als Grauwacke und alle Pyroxen-Gesteine (Diabase, Euphotide und Thonschiefer, s. Hausmann in den Studien des Göttingischen Vereins bergmännischer Freunde Bd. VI. S. 292.

†) Naumann, Lehrbuch der Geognosie Bd. II. S. 188, 273 und 276; Murchison in den Transact. of the Geological Soc. 2d Series Vol. VI. 1842 und in seiner Siluria ed. 1859 p. 115.

tral-Asien gesehen haben. Es erheben sich weit über die Platow'sche Steppen-Ebene hinaus in Osten, oft gereiht und also wohl auf Erdspalten ausgebrochen, theils kleine conische Hügel von mehreren hundert Fußen, besonders gegen die Senaja Sopka hin; theils zerstreute, sehr kleine, vielgestaltete Felsmassen, kaum 10—12 Fuß hoch (Rose, Ural-Reise 1. B. S. 524): in Form von Altären, burgartigen Ruinen und aufgerichteten Geschieben. Solche niedrige Felsgruppen, zwischen denen Massengruppen stehen, bilden die Landschaft auf vielen chinesischen Tapeten von sehr geringem Werthe. Die Felsen sind oft nicht zweimal höher als die Musik machenden und Thee trinkenden Menschengruppen, die Rinder kleiner als die Felsen. Die Maler, welche die Zeichnungen zu solchen Tapeten anfertigten, mögen durch den Anblick ähnlicher Felsgegenden inspirirt worden sein. Bisweilen erscheinen die Ebenen wie ein vulkanisches Trümmerland, in dem die Lavaschichten aufgerichtet waren; alles, was wir untersuchen konnten, war anstehender Fels, mit unterem Gestein zusammenhangend. Der merkwürdigste Granit-Kegelberg, den ich je gesehen habe und der mir einen tiefen Eindruck gelassen hat (meine Zeichnung ist für Rose's Reise 1. B. S. 584 gestochen worden), endigt auf zwei Seiten mit zwei flachen, aber senkrecht an den Enden abgeschnittenen Verlängerungen, als wären es Seiten-Ergießungen. Dieser Kegelberg: gewöhnlich Mochnataja Sopka, kirgisisch Biritau genannt, etwa 1400 Fuß hoch über der Steppe; liegt in Norden von Buchtarminsk. Ich habe ihn erstiegen und im oberen Theil in der Länge ausgedehnt gefunden von SW nach NO. Der Biritau ist, wie alle andere Granitkuppen dieser Gegend, in horizontale Bänke abgesondert; eben so die Granitwände des Festungsgrabens in Buchtarminsk: aus denen Gänge in den Thonschiefer auslaufen, welche das Queergestein glimmerreich machen, als Contact-Einwirkung. Als wir von dem chinesischen Wachtposten Baty (mantschurisch Chonimailachu) zurückkehrten, schifften wir uns in Buchtarminsk ein auf gekuppelten und darum schwer landenden Booten. Auf der Schifffahrt zwischen Buchtarminsk und Ust-Kamenogorsk ist das Flußbette des großen Irtysch-Stroms so tief eingeschnitten, daß in dem deutlichsten Profile am rechten Ufer die Auflagerung der Granitbänke auf dem Thonschiefer sichtbar wird. Ich habe zwei meiner Zeichnungen dieser Profile stechen lassen (Rose, Ural und Altai S. 611—613). Renovantz und Hermann haben dieselbe geologische Erscheinung vor uns gesehen;*) der Letztere aber scheint, wahrscheinlich aus Ehrerbietung vor der Uranfänglichkeit des Granits, fast an dem zu zweifeln, was er gesehen. Stundenlang ist bei der Flußschifffahrt die Ueberlagerung des in Bänke abgetheilten Granits über den fast senkrecht einschießenden Thonschiefer deutlich sichtbar. Mein Reisebegleiter Gustav Rose sagt sehr wahr in seinem Tagebuche:†) „Der Thonschiefer hat unter dem fast horizontalen Granite eine wenige Oberfläche; erhebt sich bisweilen wohl 50 Fuß über den Wasserspiegel des Irtysch, bald senkt er sich bis auf einige Fuß zum Wasser herab: und die ganze Auflagerung würde bei einem etwas höheren Stande des Wasserspiegels gar nicht zu sehen sein. Alle diese wichtigen geologischen Erscheinungen sind nur sichtbar in dem rechten Irtysch-Ufer; das linke Ufer, gleich steil und hoch, bestand nur aus Thonschiefer, ohne weder Ueberlagerungen noch Granitgänge im Thonschiefer zu zeigen. Wäre der Fluß nicht da, um das Bette einzuschneiden an der Grenze der beiden Gebirgsarten, so wäre hier das ganze Phänomen unbekannt geblieben." Nach der Mitte des Weges von Buchtarminsk nach Ust-Kamenogorsk hören die Granitfelsen und Kuppen ganz auf, sichtbar zu werden. Der Thonschiefer: welcher nach Gebler's gründlichen Untersuchungen in Chlorit und Talkschiefer umgewandelt wird zwischen den Flüssen Aigert, Topolewka und Akem; nimmt sowohl in Norden als in Süden der ätna-hohen Gipfel von Katunia und Belucha eine Area von 160 geographischen Quadratmeilen, also einen 2½ mal größeren Flächenraum als das ganze Harzgebirge, ein.‡)

*) Hermann in seinen mineralogischen Reisen in Sibirien Bd. III. S. 13 und 108; G. Rose, Reise nach dem Ural Bd. I. S. 612.

†) Gustav Rose a. a. O. S. 611—613.

‡) Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 289.

Zu derselben metamorphosirten Formation von krystallischen Schiefern gehören die Schneealpen des Kholsum, von denen man an einem Punkte des schönen Thals der Beresowka 17 schneebedeckte Hörner auf einmal erblickt. Auch die große Seltenheit des Gneißes neben dem so häufigen Granit des Kolywaner Sees und in der chinesischen Dzungarei: wo man an dem rechten Ufer des Narym, von einer Unzahl kleiner Granitkegel begleitet, schmale lavaartige Granitmauern in die Ebene hervortreten sieht*); ist ein auffallendes geognostisches Phänomen. Die Granitmauern setzen allein fort und nehmen an Höhe ab; ja wo wir sie untersuchen konnten in abgerundeten Formen, fanden wir sie in einen feinkörnigen Diorit übergehend: ganz dem Diorit ähnlich, welchen wir am oberen Irtysch zwischen Sewernoi und Teklistowsk wahrgenommen hatten. Schon vor Ust-Kamenogorsk hörten alle anstehenden Felsen an den flachen Irtysch-Ufern auf.

Die geschilderten Verhältnisse und ihre Analogie mit den Harz-Verhältnissen, welche auf den Zusammenhang devonischer Schiefer mit dem Brocken-Granit führen, erinnern fast unwillkührlich an die problematische Natur des Thonschiefers im östlichen Theile des Altai.

Wenn man berechtigt wäre, auch ohne schon erlangte Kenntniß der eingeschloßnen Organismen, jeden *Uebergangs-Thonschiefer*, der in Grauwacke, Talk und Chlorit-Schiefer übergeht, silurisch zu nennen; so würde ich nach Analogie des Harzes den Thonschiefer des östlichen Altai's für devonisch halten, mannigfaltig von Granit- und Quarzporphyr-Gängen durchsetzt; und die Einwirkung des Contacts hat hier durch gefärbte Streifung zur Steinschleiferei Anlaß gegeben: welche herrlichen Granit und weiße Marmortafeln verarbeitet, den gestreiften, jaspisartigen Augit-Porphyr von Tscharysch, den grünen Porphyr der Rewennaja Sopka, den Aventurin von Bjeloretzkaja, den rothen und variolithischen Porphyr vom Korgon: dem antiken rothen Porphyr und dem Elfdaler Porphyr vergleichbar und die Palläste in Petersburg schmückend.

— — — — — — — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — — — — — — — —

*) In dem Tagebuch von G. *Rose* heißt es: „Wir setzten auf der Excursion nach dem chinesischen Posten Baty über den Narym, einen in den Irtysch fallenden Fluß, welcher hier die Grenze zwischen dem chinesischen Reiche (der Provinz Ili) und dem russischen Sibirien bildet. Weiter aufwärts bildet die obere Buchtarma die Grenze, welche fast in der Verlängerung des Narym liegt. Eine hohe nackte Felsenkette, die den Namen der Narym'schen Berge führt, zog sich bisher auf der rechten Seite des oberen (dzungarischen) Irtysch entlang. Hinter dem Narym-Strome rückten sie uns aber bei unserm zweiten Pferdewechsel sehr nahe. Der Granit ist hier wieder, wie am Kolywan'schen See, in horizontale Lagen abgesondert und hat dieselben wundersamen Formen als dort. Das Gestein bildet schmale Mauern in demselben Streichen SW—NO wie an dem domförmigen Biritau. Wo diese Granitmauern eine bedeutende Lücke ließen, gleichsam ein Thor, sahen wir im Hintergrunde alles mit kleinen Pics angefüllt; man glaubte einen mächtigen Lavastrom auf sich zufließen zu sehen." (G. *Rose's* Tagebuch der Reise nach dem Ural, dem Altai und kaspischen Meere Bd. I. S. 599.) Vergl. meine Asie centrale T. I. p. 300—301: "D'autres formes se présentent entre Narym et le poste chinois de Baty. Ce sont ou des cloches et des hémisphères aplatis, ou des cônes accumulés au milieu de la plaine du Haut-Irtyche, cônes terminés le plus souvent par des épanchements latéraux en forme de murs très-bas et très-allongés. On dirait d'une coulée, effet de la fluidité de la matière sortie d'une crevasse. La montagne du Biri-tau ressemble à la pyramide de Cajus Cestius. Je l'ai dessinée du côté du midi. Les coulées en forme de queues qui, des deux côtés, sont adossées à la base du cône, se dirigent hor. 4,3. Ici comme dans la steppe près de Sauchkina, on croit voir non des buttes granitiques, mais des cônes de basalte ou de trachyte."

— — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — —

— — — — — — — — — — — —

(*Der Tod des großen Autors* hat den Faden dieses Werkes abgeschnitten.)

